



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학박사학위논문

예비과학교사와 현직과학교사의 STEAM 수업 실행에서  
나타나는 전문성 탐색

Exploring Preservice and Inservice Science Teachers'  
Professional Enactments in STEAM Lessons

2018년 2월

서울대학교 대학원  
과학교육과 화학전공  
최 숙 영

예비과학교사와 현직과학교사의 STEAM 수업 실행에서  
나타나는 전문성 탐색

Exploring Preservice and Inservice Science Teachers'  
Professional Enactments in STEAM Lessons

指導教授 盧 泰 熙

이 論文을 教育學博士學位 論文으로 提出함.  
2017年 11月

서울大學校 大學院  
科學教育科 化學專攻  
崔 淑 永

崔淑永의 博士學位論文을 認准함.  
2018年 1月

委 員 長	_____	(인).
副委員長	_____	(인).
委 員	_____	(인).
委 員	_____	(인).
委 員	_____	(인).

## 국 문 초 록

STEAM 교육은 모든 학생들이 다양한 분야에 대한 기초 소양을 갖추어 창의융합형 인재로 성장하도록 하는 새로운 교육 패러다임이다. STEAM 교육은 창의적 설계와 감성적 체험을 통해 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 창의적이고 종합적인 문제해결력을 기르는 교육이므로, 학생들에게 다양한 측면에서 긍정적 효과를 주고, 교사들도 STEAM 수업의 필요성을 인식하고 있다. 그러나 많은 교사들이 STEAM 수업에 대한 두려움을 갖고 있고, 실제로 실행해 본 교사들은 다양한 어려움을 겪으며, 다른 교사들과의 합의 부족으로 STEAM 수업을 실행하지 못하기도 한다. 따라서 STEAM 교육에 대한 교사의 전문성을 함양하는 것이 무엇보다 선행되어야 한다. 이를 위해 예비교사와 현직교사들의 STEAM 수업 실행에서 나타나는 전문성을 심층적으로 탐색하는 연구가 수행될 필요가 있다.

연구 1에서는 3명의 예비과학교사가 STEAM 교육에 대한 2시간의 워크숍을 받은 후 STEAM 수업을 계획하고 시연하는 과정 전반에서 나타나는 특징을 STEAM-PCK와 PDC로 분석하고, 어려움과 교육요구, STEAM 교육에 대한 견해를 조사하였다. 연구 결과, 예비교사들은 STEAM 수업이 학생의 흥미를 유발하고 실생활과 연계되어야 하며 학생 중심의 활동으로 진행되어야 한다는 점을 중시하여 수업을 계획하였다. 교육과정 측면에서는 과학 교과 내용의 교육과정 및 학습 목표를 고려하고 반영하였으나, 연계된 교과의 교육과정은 거의 참조하지 않았고 일부 자료를 수집하는 선에서 그쳤다. 이와 관련하여 예비교사들은 STEAM 수업 주제를 선정하고 그에 따른 적절한 과목 요소를 찾아 포함하는 것을 가장 어려워하였고, 연계된 다른 교과와 관련된 내용이나 탐구 과정 지식에서도 부족함을 보였다.

예비교사들은 STEAM 수업의 학습 준거인 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 요소들은 충분히 반영하려고 노력하는 것으로 나타났다. 그러나 STEAM 수업의 학습 준거와 이를 반영하는 구체적 방법에 대한 이해는 부족한 것으로 나타났다. 또한 개념 이해에 대한 구성주의적 접근이나 교사와 학생, 학생들 사이의 상호작용, 구성주의적 평가에 대한 예비교사들의 이해도도 낮았다. 한편, 비교적 전통적 교수학습관을 드러낸 예비교사가 STEAM 수업 시연 과정에서는 STEAM 수업의 목표를 고려하여 학생의 흥미 유발과 학생 중심 활동의 구성을 위해 노력하였고, 자

신의 수업에 만족한 예비교사는 STEAM 수업이 학교 현장에서 잘 적용될 것이라는 긍정적 생각을 갖고 있는 것으로 나타났다.

연구 II에서는 CHAT의 관점에서 2명의 현직과학교사의 활동체계 요소들이 STEAM 수업 실행에 미치는 영향과 활동체계 요소들 사이의 상호작용을 심층적으로 분석하였다. 연구 결과, 두 교사의 STEAM 수업 실행에서 공통적으로 창의적 설계에 대한 고려가 부족한 것은 물론, 창의적 설계와 관련된 활동의 필요성에 대한 인식도 부정적인 것으로 나타났는데, 수업 진도나 차시 부족과 같은 학교 환경의 요인뿐만 아니라 학생들의 수준이나 부담감을 고려한 결과였다. 두 교사의 STEAM 수업 실행에서의 차이점은 STEAM 수업에 대한 교사의 전문성과 관련된 주제 요소였다. A는 B와 달리 초임교사이고 구성주의적 수업을 실행하는 것에 자신감이 없었다. 그러나 A는 동료교사들의 분위기와 STEAM 수업을 위한 분업이 긍정적으로 작용하여 큰 어려움 없이 STEAM 수업을 실행하고 있는 것으로 나타났다.

교사들의 STEAM 수업 실행에서 활동체계 요소들 사이에 충돌로 인한 모순도 나타났는데, A의 경우에는 학생활동 지도에서, B의 경우 수업 준비와 관련된 부분에서 나타났다. 교사들은 모순으로 인해 어려움을 겪고 더욱 필요한 부분에 대한 요구를 드러내면서도, 결국 모순을 해결하기 위해 노력하면서 STEAM 수업을 실행하였다. 두 교사가 모순 해결을 위해 적극적으로 노력할 수 있었던 것은 이전에 실행했던 STEAM 교육이 학생들에게 긍정적인 영향을 미친다는 생각을 갖고 있었기 때문인데, 공동체 요소에 해당하는 학생들의 수업 태도나 규칙 요소에 해당하는 교원평가 결과 등의 영향이라 볼 수 있다.

연구 I 과 II의 결과를 바탕으로 하여 예비교사와 현직교사의 STEAM 수업 실행을 돕기 위한 방안으로, STEAM 수업에 대한 구체적 정보의 제공, STEAM 수업 실행에 대한 성공 경험이나 만족감 제공, STEAM 교육을 위한 협력적 교사 공동체의 형성, 다양한 제도적 지원 등을 제안하였다.

주요어: STEAM 교육, 교사 전문성, 예비과학교사, 현직과학교사, STEAM 교육에서의 교수학적 내용 지식(STEAM-PCK), 교수 설계 능력(PDC), 문화역사적 활동이론(CHAT)

학 번: 2008-30432

# 목 차

국 문 초 록 .....	i
목 차 .....	iii
표 목 차 .....	vii
그 립 목 차 .....	viii
부 록 목 차 .....	ix

## 제 1 장. 서 론

1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구 내용 .....	7
3. 연구의 제한점 .....	8
4. 용어의 정의 .....	10

## 제 2 장. 이론적 배경과 선행 연구

1. STEAM 교육	
1.1 STEAM 교육의 개념 .....	12
(1) STEAM 교육의 도입 배경 .....	12
(2) STEAM 교육의 정의 .....	13
(3) STEAM 수업의 유형과 학습 준거 .....	15
1.2 STEAM 교육 관련 선행 연구 .....	23
(1) STEAM 교육 프로그램 분석과 적용 .....	23
(2) STEAM 교육에 대한 교사의 인식 .....	31
(3) STEAM 교육에 대한 교사교육 .....	35

2. 교사 전문성	
2.1 교수학적 내용 지식(PCK) .....	38
(1) PCK의 개념과 구성 요소 .....	38
(2) STEAM-PCK .....	40
(3) PCK와 예비교사 교육 .....	42
2.2 교수 설계 능력(PDC) .....	45
(1) 수업설계능력과 교육과정 재구성 .....	45
(2) PDC와 예비교사 교육 .....	48
3. 문화역사적 활동이론	
3.1 문화역사적 활동이론 .....	51
3.2 교육연구에서 문화역사적 활동이론의 적용 .....	55

### 제 3 장. 예비과학교사의 STEAM 수업 시연에서 나타나는 전문성 탐색(연구 D)

1. 연구 배경과 목적 .....	60
2. 연구 방법 .....	63
2.1 연구 참여자 .....	63
2.2 STEAM 교육에 대한 워크숍 및 수업 시연 .....	63
2.3 연구 절차 .....	66
2.4 분석 방법 .....	67
3. 연구 결과 .....	70
3.1 예비교사의 STEAM-PCK .....	70
(1) STEAM 수업의 교육과정에 관한 지식 .....	70
(2) STEAM 수업의 교수전략에 관한 지식 .....	71
(3) STEAM 수업의 평가에 관한 지식 .....	75
(4) STEAM 수업에서 학생에 관한 지식 .....	76
(5) STEAM 교과 내용에 관한 지식 .....	77
3.2 예비교사의 STEAM 수업에서 나타나는 PDC .....	78
(1) 읽기 .....	78

(2) 평가 .....	80
(3) 응용 .....	82
3.3 예비교사의 STEAM 수업 시연 과정에서의 어려움과 교육요구, STEAM 교육에 대한 견해 .....	84
(1) 시연 과정 중 어려웠던 점 .....	84
(2) STEAM 워크숍에 대한 평가와 교육요구 .....	85
(3) STEAM 교육에 대한 견해 .....	85
4. 논의 .....	86
4.1 STEAM 수업의 요소에 대한 이해 부족 .....	86
4.2 구성주의적 접근의 미흡 .....	87
4.3 수업에 포함되는 다양한 교과에 대한 내용 지식의 부족 .....	89
4.4 예비교사의 교수학습과 STEAM 교육에 대한 견해의 변화 .....	90
5. 결론과 제언 .....	91

#### 제 4 장. 현직과학교사의 STEAM 수업 실행에서 나타나는 전문성 탐색: 문화역사적 활동이론(CHAT)의 측면에서(연구 II)

1. 연구 배경과 목적 .....	94
2. 연구 방법 .....	96
2.1 연구 참여자 .....	96
2.2 연구 절차 .....	97
2.3 분석 방법 .....	98
3. 연구 결과와 논의 .....	100
3.1 교사 A의 STEAM 수업 실행에 대한 활동체계의 구성요소 분석 ...	100
(1) 주체 .....	100
(2) 객체 .....	101
(3) 공동체 .....	101
(4) 규칙 .....	102
(5) 분업 .....	102





## 표 목 차

〈표 1〉 STEAM 수업 평가 문항 .....	19
〈표 2〉 STEAM 수업의 유형 .....	20
〈표 3〉 Ewha-STEAM 융합 모형의 세 가지 차원 .....	21
〈표 4〉 STEAM 교육 프로그램 분석틀 .....	23
〈표 5〉 STEAM 프로그램 분석 도구 .....	24
〈표 6〉 STEAM-PCK .....	41
〈표 7〉 교사들의 교육과정 재구성 유형 .....	46
〈표 8〉 재구성을 어렵게 하는 요인 .....	47
〈표 9〉 교사들의 교육과정 자료의 활용 중 응용의 유형 .....	49
〈표 10〉 활동체계를 구성하는 6가지 요소 .....	52
〈표 11〉 예비교사들이 작성한 수업 지도안의 개요 .....	65
〈표 12〉 STEAM-PCK 구성 요소 .....	68
〈표 13〉 교사의 STEAM 수업 실행에 대한 활동체계의 구성요소 .....	99
〈표 14〉 교사 A의 STEAM 수업 실행에 대한 활동체계의 구성요소 .....	104
〈표 15〉 교사 B의 STEAM 수업 실행에 대한 활동체계의 구성요소 .....	110

## 그 립 목 차

〈그림 1〉 연구의 개요 .....	6
〈그림 2〉 STEAM의 피라미드 모형 .....	14
〈그림 3〉 창의적 설계의 산출 융합 과정 .....	17
〈그림 4〉 STEAM 교육의 유형 .....	17
〈그림 5〉 STEAM 수업 구성의 원리 .....	17
〈그림 6〉 STEAM 수업의 학습 준거 틀 .....	18
〈그림 7〉 STEAM 교육의 큐빅 모형 .....	20
〈그림 8〉 Ewha-STEAM 모형에서 융합의 세 요소 .....	22
〈그림 9〉 STEAM 교육과정 모형 .....	22
〈그림 10〉 제 1세대 활동이론 .....	52
〈그림 11〉 제 2세대 활동이론 .....	53
〈그림 12〉 제 3세대 활동이론 .....	54
〈그림 13〉 도구에 걸쳐 있는 주체 .....	58

## 부 록 목 차

〈부록 I〉 예비과학교사 STEAM 워크숍의 PPT 자료 .....	150
〈부록 II-1〉 예비교사 A의 수업 지도안 .....	156
〈부록 II-2〉 예비교사 B의 수업 지도안 .....	161
〈부록 II-3〉 예비교사 C의 수업 지도안 .....	165
〈부록 III〉 교사 A의 STEAM 수업 학생활동지 중 일부 .....	171

# 제 1 장. 서 론

## 1. 연구의 필요성

최근 우리나라는 2015 개정 교육과정의 개편을 통해 모든 학생들이 인문, 사회, 과학기술에 대한 기초 소양을 함양하여 인문학적 상상력과 과학기술 창조력을 갖춘 창의융합형 인재로 성장할 수 있도록 하는 교육을 지향하고 있다(교육부, 2016). 특히 고등학교 교육과정에서는 문과와 이과의 진로와 관계없이 모든 학생들이 공통과목을 이수하도록 함으로써 균형 잡힌 소양 교육이 가능하도록 하였다. 또한 미래 사회는 첨단 과학기술을 기반으로 하고 학문 간 융합을 통한 기존 지식의 활용 능력이 필요하므로, 이와 관련된 핵심 역량을 함양하기 위해서는 융합인재교육, 즉 STEAM 교육(Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics)이 요구된다.

STEAM 교육은 2011년부터 교육과학기술부와 한국과학창의재단이 본격적으로 추진하고 있는 새로운 과학·수학 교육 패러다임으로서, 기존의 통합과학교육에서 더욱 보완된 한국형 융합인재교육이다(교육과학기술부, 2010). STEAM 교육은 일반적으로 교사가 학생에게 지식을 전달하는 수업이 아닌, 학습자 스스로가 목적을 찾고 직접 설계하고 탐구하여 실생활의 문제를 해결하는 과정이 중심이 된다(한국과학창의재단, 2012, 2015a). 교육부와 한국과학창의재단, 각 시도 교육청 등은 STEAM 교육이 학교에서 활성화될 수 있도록 연구시범학교나 교사연구회 등을 운영하면서 다양한 STEAM 프로그램을 개발하여 보급하고 있다. 또한 STEAM 교원 연수를 통해 교사들이 STEAM 수업을 효과적으로 수행할 수 있도록 지원하고 있다(교육과학기술부, 2011a; 교육부, 2016; 한국과학창의재단, 2012, 2015a).

STEAM 교육과 관련된 다양한 선행연구들은 STEAM 교육이 학생들에게 긍정적인 효과를 준다고 보고하고 있다. 초등학생에게 STEAM 프로그램을 적용한 결과, 창의성과 과학교과에 대한 흥미도가 유의미하게 향상되었고(김덕호 등, 2014), 과학 학습 동기와 과학 학업 성취도도 향상되는 것으로 나타났으며(배진호 등, 2013), 자기 효능감과 과학 학습, 활동, 직업에 대한 흥미도 높아졌다(박혜원, 신영준, 2012). 또한 STEAM 교육 프로그램에 참여한 중학생들의 과학, 수학, 기술 및 공학에 대한

흥미와 자기효능감이 향상되었고(이영은, 이효녕, 2014), 수학 중심의 STEAM 프로그램은 고등학교 여학생들의 수학에 대한 정의적 특성과 수학 기반 창의적 사고 능력에 긍정적 영향을 주는 것으로 나타났다(한혜숙 등, 2016).

STEAM 교육의 효과에 대한 교사들의 인식도 대체로 긍정적이다. STEAM 교원 연수를 이수하고 STEAM 수업을 실제로 적용해 본 교사들은 STEAM 수업이 학생들의 흥미를 높이고 창의적 사고력의 발달에 도움을 주며 문제해결능력을 향상시킬 수 있다는 인식을 갖고 있었다(이지원 등, 2013). STEAM 수업을 실행해 본 중등 교사들도 중등 교육에서 STEAM 교육이 필요하며 실행 비율이 증가되어야 한다고 인식하는 것으로 나타났다(노희진, 백성혜, 2014). 이밖에 다른 선행연구에서도 많은 교사들이 STEAM 교육이 학생들에게 긍정적인 영향을 미칠 것이라고 인식하면서 STEAM 교육의 필요성을 공감하였다(금영충, 배선아, 2012; 신영준, 한선관, 2011; 한혜숙, 이화정, 2012). 이와 같이 STEAM 교육의 긍정적 효과가 보고되고 있고 STEAM 교육에 대한 교사들의 인식도 긍정적이므로 STEAM 교육을 보다 적극적으로 적용할 필요가 있다.

교사는 교육의 효과를 좌우하는 중요한 변인이므로, 학교 현장에서 STEAM 교육이 활성화되고 효과적으로 운영되기 위해서는 무엇보다 교사의 역할이 중요하고(노희진, 2012), STEAM 교육에 대한 교사의 올바른 인식과 이해가 선행되어야 한다(금영충, 배선아, 2012). 그러나 STEAM 교육의 필요성이나 효과에 대한 교사들의 인식은 긍정적인 반면, 많은 교사들이 STEAM 수업을 실행하기를 두려워하거나 실제로 실행해 본 교사들도 다양한 어려움을 겪는다고 보고된다(신영준, 한선관, 2011; 한혜숙, 이화정, 2012). 또한 전국의 초, 중, 고등학교를 대상으로 STEAM 교육 운영 현황을 조사한 연구에 따르면(박현주 등, 2016), STEAM 교육을 실행하는 학교는 약 27%였고, 이때 STEAM 교육을 실행하는 가장 큰 요인은 교사의 자발적 노력이며, STEAM 교육을 실행하지 못하는 가장 큰 이유는 STEAM 교육에 대한 교사들의 합의를 이끌어내는 것이 쉽지 않기 때문인 것으로 나타났다. 즉, STEAM 교육의 실행 여부는 교사에게 달려 있다고 볼 수 있다.

2020년까지의 교육부의 장기적 계획을 요약한 과학교육종합계획(교육부, 2016)에서는 2012년부터 추진해온 STEAM 교육과 관련된 정책들의 문제점을 분석하고 재조명하면서, 교사의 역할에 더욱 중점을 두었다. 이에 교사들의 STEAM 교수학습

역량을 강화하기 위한 경험공유형 교사연수 모델의 개발을 추진하고, 교사양성기관인 교육대학과 사범대학의 교육과정에 STEAM 교육을 반영하고 교원 임용시험의 수업 실연 평가에서도 STEAM 교육을 반영하도록 유도하고 있다. 즉, 현직교사들은 물론, 예비교사들의 STEAM 교육에 대한 전문성을 강화하여 STEAM 교육을 실행할 수 있도록 돕기 위한 정책이 강조되고 있다. 이러한 정책이 성과를 거두고 실제로 STEAM 교육의 활성화로 이어지기 위해서는 예비교사와 현직교사들의 STEAM 수업 실행에서 나타나는 전문성을 심층적으로 탐색하는 연구가 수행될 필요가 있다.

예비교사의 경우, 수업을 직접 경험할 수 있는 기회가 많지 않으므로 STEAM 수업을 준비하여 동료들에게 시연할 수 있는 기회를 제공한 후, 일련의 과정에서 나타나는 전문성을 분석함으로써 예비교사에게 도움을 줄 수 있는 정보를 추출할 수 있다. 교사의 전문성은 주로 교수학적 내용 지식(PCK, pedagogical content knowledge)의 관점에서 활발히 연구되고 있다. PCK는 교과내용 지식과 교육학 지식을 결합시킨 것으로서(Shulman, 1986, 1987), 연구자들마다 다양한 구성 요소로 정의하나 일반적으로 교육과정에 관한 지식, 교수전략에 관한 지식, 학습자에 관한 지식, 평가에 관한 지식, 교과내용 지식, 상황 지식 등의 요소로 구성된다(Hashweh, 2005). 그러나 STEAM 교육은 일반 수업과는 달리 여러 교과가 연계된 내용과 창의적 설계(creative design)와 감성적 체험(emotional touch) 등의 다양한 학생 중심 활동으로 이루어지므로, 교사들이 STEAM 교육을 실행할 때 나타나는 PCK의 구성 요소와 각 세부 내용을 새롭게 추출하여 STEAM 교육에서의 PCK, 즉 STEAM-PCK를 구성하고 적용할 필요가 있다(김방희, 김진수, 2013). 또한 최근에는 교사 전문성에서 교사의 교육과정 이해와 수업 실천에 관한 중요성이 더욱 강조되고 있다(오희진, 2012). 특히 STEAM 교육은 각 교과목 중심의 기존 교육과정 내용을 그대로 적용하기 어려우므로(노희진, 백성혜, 2014), 교사들에게 교육과정을 재구성하여 수업을 실행하는 능력이 더욱 요구된다. 이에 교사가 교과서나 교사용 지도서, 수업 지도안 등의 교육과정 자료(curriculum material)를 분석하여 응용하는 능력인 교수 설계 능력(PDC, pedagogical design capacity; Brown, 2002)이 STEAM 교육에서 교사 전문성의 지표로 활용될 수 있다. PDC는 주로 교사가 교육과정 자료를 검토하여 선택할 때의 기준은 무엇이며 어떠한 방식으로 응용하는 지에 대한 관점으로서, PCK의 구성 요소와도 관련될 가능성이 있다(Beyer & Davis, 2012). 따라서 예비교사의

STEAM 수업 실행에서 나타나는 전문성을 탐색하기 위한 분석 도구로서 STEAM-PCK와 PDC를 함께 활용할 필요가 있다.

현직교사의 경우, STEAM 교육에 대한 전문성을 향상시키기 위해 STEAM 수업을 위한 교사 연수나 워크숍, 교육과정에 따른 STEAM 수업 주제 목록 자료, STEAM 수업 프로그램 자료 등이 다양하게 제공되고 있다(한국과학창의재단, 2012, 2015a). 그러나 교사들은 STEAM 수업 실행에 있어서 수업 내용 구성이나 자료 부족과 같은 수업 내적인 요인뿐만 아니라 학교 현장의 다양한 환경적 요인과 관련된 어려움을 겪고 있다고 보고된다(이선경, 황세영, 2012; 이정민, 신영준, 2014; 이지원 등, 2013). 박현주 등(2016)은 전국의 초·중·고를 대상으로 하여 STEAM 교육의 운영 현황을 조사하였는데, 그 결과 현직교사들이 STEAM 수업을 실행하지 못하는 가장 큰 이유는 다른 교사들과의 합의를 이끌어내는 것이 쉽지 않기 때문인 것으로 나타났다. 또한 교사의 STEAM 교육에 대한 전문성은 학습공동체나 실천공동체 등의 다양한 교사공동체 활동 속에서 신장될 수 있다고도 보고된다(노희진, 백성혜, 2014; 이준기 등, 2013). 이와 같은 연구 결과는 현직교사의 STEAM 교육에 대한 전문성을 향상시키기 위해서는 교사 개인의 역량도 중요하나 교사를 둘러싼 배경적 요인에 더욱 초점을 맞추어 접근할 필요가 있음을 의미한다. 즉, 현직교사의 STEAM 교육 전문성에 있어서 PCK를 구성하는 다양한 요소 중에서도 수업 시간이나 공간, 수업 자원, 학생, 공동체, 지역사회 등을 포함하는 요소인 상황 지식 요소(최승현, 박영순, 2007)가 중요하게 작용함을 시사한다. 따라서 현직 교사의 STEAM 교육에 대한 전문성을 상황 지식의 측면에서 더욱 심층적으로 탐색할 필요가 있다. 이를 위해 STEAM 수업 실행을 문화역사적 활동이론(CHAT, cultural historical activity theory)을 적용하여 분석할 수 있다. CHAT은 인간의 활동체계(activity system)<sup>1)</sup>를 집단적 활동과 연계하여 이해하므로 학습이 갖는 집단적 속성이나 개인과 상황맥락 사이의 상호작용을 분석하는 도구로 활용될 수 있다(Engeström, 1987). 따라서 CHAT은 교사들의 STEAM 수업 실행에서 나타나는 상황 지식 요소를 보다 다양한 관점에서 체계적으로 파악하고 이들이 미치는 영향을 해석하는 데 유용한 틀이 될 수 있다.

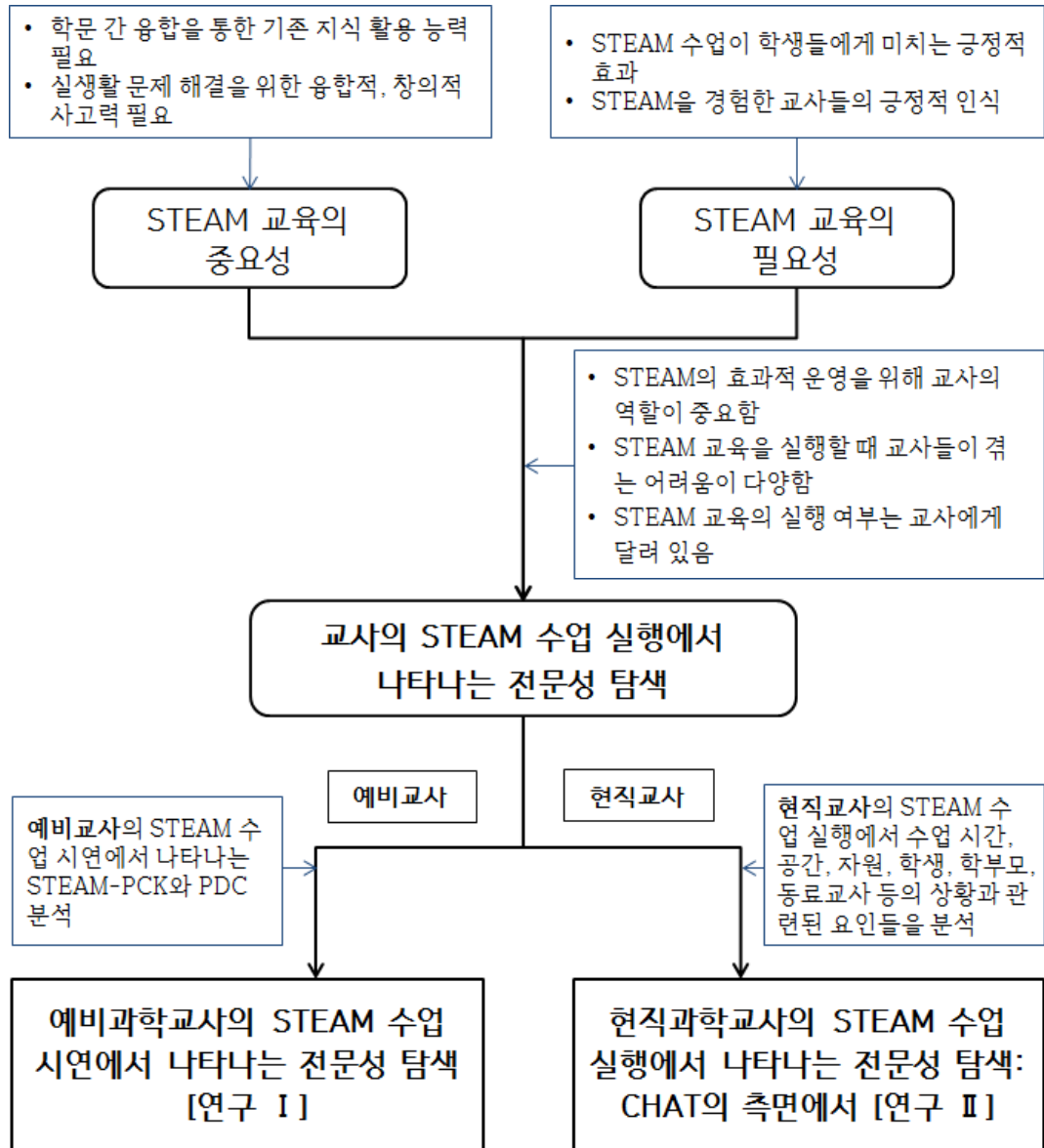
---

1) CHAT에서는 뚜렷한 목표를 바탕으로 진행되는 단위 활동을 인간의 활동체계로 정하고, 그 활동을 구성하는 다양한 기본 요소를 정의한다.



이에 본 연구에서는 STEAM 교육이 효과적으로 실행되기 위해서는 교사의 역할이 중요하다고 보고, 예비교사와 현직교사의 STEAM 교육에 대한 전문성을 탐색하기 위해 교사들의 STEAM 수업 실행을 STEAM-PCK와 PDC, 그리고 CHAT를 적용하여 분석하였다.

연구의 개요를 도식화하면 <그림 1>과 같다.



〈그림 1〉 연구의 개요

## 2. 연구 내용

본 논문에서는 STEAM 교육이 활성화되고 효과적으로 운영되기 위해서는 교사의 역할이 중요하다는 것에 초점을 두고 교사들의 STEAM 교육에 대한 전문성을 탐색하기 위해 예비과학교사와 현직과학교사의 STEAM 수업 실행에 대해 연구하였다.

연구 I에서는 예비과학교사가 STEAM 교육을 실행할 때 나타나는 전문성을 탐색하기 위해 사범대학의 교육과정에 개설된 과학교육학 관련 필수 교과목에서 STEAM 교육을 경험할 수 있는 워크숍을 실시한 다음, 워크숍에 참여했던 3명의 예비과학교사가 STEAM 수업 시연을 준비하고 실행하는 과정을 STEAM-PCK와 PDC의 관점에서 심층적으로 분석하였다. STEAM-PCK는 선행연구(김방희, 김진수, 2013; 오희진, 2012; 한국과학창의재단, 2012)와 예비과학교사가 작성한 수업 자료와 수업 관찰 자료, 면담 내용 등을 토대로 정리하여 분석하였고, PDC는 읽기, 평가, 응용의 세 단계로 나눈 선행연구(양찬호 등, 2013; Sherin & Drake, 2009)를 바탕으로 하여 수정·보완한 후에 세부 유형을 분석하였다. 또한 STEAM 수업 시연에서 겪는 어려움과 교육 요구 등도 조사하였다.

연구 II에서는 현직과학교사들이 STEAM 수업을 실행할 때 겪는 어려움이 개인적 측면의 전문성보다는 수업 시간이나 공간, 수업 자원, 학생, 학부모, 동료교사 등의 상황적 측면의 전문성과 관련된 것이라 보고, 이를 보다 심층적으로 조사하기 위하여 2명의 현직과학교사가 STEAM 수업을 실행하는 과정을 CHAT를 활용하여 분석하였다. CHAT를 교육 연구에 적용한 선행연구(한문정 등, 2014; Saka *et al.*, 2009)에서는 활동체계를 구성하는 요소를 주체, 객체, 공동체, 규칙, 도구, 분업의 6가지로 정리하였다. 본 연구에서도 현직과학교사의 STEAM 수업 실행을 위한 수업 자료, 관찰 및 면담 내용 등을 토대로 이와 밀접한 관련이 있는 6가지 요소와 해당 내용을 추출하였고, 중등과학교사의 수업 실행에서 나타나는 각 요소의 특징과 요소들 간의 상호작용 등을 조사하였다.

### 3. 연구의 제한점

이 연구는 다음과 같은 측면에서 제한점을 지닌다.

첫째, 이 연구는 사례연구로, 연구 I의 경우 예비과학교사 3명, 연구 II의 경우 현직 중등과학교사 2명이 연구에 참여하였다. 의도적 표집으로 연구 참여자를 선정하였으므로 예비교사와 현직교사를 대표하는 사례가 아닐 수 있다. 또한 사례연구 방법론의 특성 상, 본 논문에서 기술한 결과와 해석, 논의 및 도출한 결론은 연구의 맥락을 벗어났을 경우 적용하기 어려운 내용일 수 있으므로, 연구의 결과를 예비교사와 현직교사 전체로 일반화하는 데는 한계가 있다.

둘째, 연구 I에서 예비교사들을 위한 STEAM 교육 워크숍을 2차시 진행한 후, 수업을 설계하고 시연하였다. 만일 사범대학에서 한 학기 이상 진행하는 STEAM 교과목 강좌가 있다면, 그에 비해 이 연구의 워크숍에서 다룬 STEAM 교육 관련 내용은 다소 부족할 수 있다. 그러나 이 연구의 목적은 새로운 교과목의 개발보다는 기존 교육과정의 일부에 STEAM 교육과 관련된 내용을 추가하는 방안을 제시하는 것이고, 이러한 예비교사를 위한 STEAM 교육 프로그램 개선을 위한 시사점을 제공하기 위한 것임을 감안할 필요가 있다.

셋째, 연구 II는 참여 교사의 한 학기 동안의 수업 실행 중 5~6차시 정도의 STEAM 수업 실행만을 분석하였다. 5~6차시에 해당하는 시간은 CHAT의 관점으로 활동 체계 내의 요소를 추출하고 이들 사이의 상호작용을 분석하며 변화를 관찰하기에는 비교적 짧은 시간이라고 볼 수 있다. 연구 참여자의 STEAM 수업 실행을 한 학기 이상 더 오랫동안 지속적으로 관찰하였다면 활동 체계의 요소 중 일부분들이 변화하면서 두 교사의 수업 실행에서 나타난 특징이나 수업 실행에 각 요소들이 미치는 영향, 요소들 사이의 상호작용이 다르게 나타났을 가능성이 있다.

넷째, 연구 II에서 연구 참여자는 경력 1년의 초임 교사와 경력 15년의 경력 교사였다. 이는 경력에 따른 STEAM 수업 실행의 차이점을 비교하려고 한 것이 아니었고, 연구 목적에 따라 STEAM 교육 관련 지원을 받지 않는 학교에서 STEAM 수업을 실행하고 있는 교사 중 자발적으로 참여를 원하는 교사를 선정한 우연한 결과였다. 또한 연구 참여자들의 환경적 요소가 서로 달랐으므로, 초임 교사와 경력 교사의 경우로 일반화하여 시사점을 도출할 수는 없다.

다섯째, 연구 II에서 연구 참여자들이 한 학기 동안 실시한 수업 중 STEAM 수업 실행에 관하여 조사하였는데, STEAM 수업이 아닌 다른 수업에 의한 영향은 완전히 통제하지 못하였다. 따라서 STEAM 수업 실행의 활동체계에 다른 수업 실행의 영향을 완전히 배제할 수는 없다.

#### 4. 용어의 정의

이 연구에서 사용하는 중요한 용어들의 정의는 다음과 같다.

##### (1) STEAM 교육

2011년에 교육과학기술부와 한국과학창의재단이 도입한 것으로서 융합인재교육 또는 STEAM 교육이라고 한다. STEAM은 science, technology, engineering, art, mathematics의 각 첫 글자를 딴 것으로서, STEM 교육에 예술을 의미하는 art를 추가한 용어이다. 그러나 STEAM 교육은 단순히 5가지 분야의 융합이라는 의미를 넘어서 더 많은 내용을 포괄하고 있다. STEAM 교육은 학생들이 과학기술 소양을 바탕으로 인문학이나 예술 등 타 분야를 연계하여 공부하고, 이를 활용하여 실생활 문제를 직접 해결하도록 하는 교육이다(한국과학창의재단, 2012). 이 논문에서는 ‘과학, 기술, 공학, 예술, 수학 교과가 포함된 융합적 내용을 창의적 설계와 감성적 체험을 통해 경험함으로써 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고, 창의적이고 종합적인 문제해결력을 기르는 교육’이라 정의한다.

##### (2) STEAM-PCK

PCK는 교과내용지식과 교육학(또는 교육과정, 교수법) 지식을 통합한 새로운 영역의 지식으로서 Shulman(1986)에 의해 정의되었다. 이후 많은 학자들에 의해 PCK의 개념은 발전해 왔고, 교사의 전문성에 대한 이론적 근거로서 널리 활용되고 있다(이유리, 광승철, 2011). PCK를 구성하는 하위 요소도 연구자들마다 다양하게 정의하나, 일반적으로 교육과정에 관한 지식, 교수전략에 관한 지식, 평가에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 내용에 관한 지식, 상황 지식의 6가지 요소로 정의한다(Hashweh, 2005). STEAM-PCK는 STEAM 수업을 하는 교사가 갖추어야 할 전문성, 즉 STEAM 교육에 관한 PCK를 의미하는 것으로서, PCK의 일반적인 6가지 요소를 STEAM 교육의 목적과 내용(김방희, 김진수, 2013; 오희진, 2012; 한국과학창의재단, 2012)에 맞게 수정·보완하여 구성한 것이다.

STEAM-PCK를 적용한 본 논문의 연구 I에서는 예비교사의 STEAM 수업을 실

제 상황이 아닌 시연으로 실행하였으므로, STEAM-PCK의 요소 중 상황 지식을 제외한 나머지 5가지의 요소만을 정의하여 분석하였다.

### (3) PDC

교사가 교수 목표를 달성하기 위해 교육과정 자료를 활용하여 교육과정을 설계하는 능력을 의미한다(Beyer, 2009; Brown, 2002). 즉, 수업을 준비하고 실행하는 과정에서 해당 교육과정 자료를 검토하고 분석한 다음, 선택과 수정, 보완을 거쳐 교육과정을 재구성하여 수업을 설계하는 능력이다.

## 제 2 장. 이론적 배경과 선행 연구

### 1. STEAM 교육

#### 1.1 STEAM 교육의 개념

##### (1) STEAM 교육의 도입 배경

국제비교연구인 PISA와 TIMSS의 최근 결과를 보면 우리나라는 과학과 수학 성취도에서 항상 상위권을 차지하는 반면 과학과 수학에 대한 흥미도는 매우 낮은 수준으로 나타났다(한국과학창의재단, 2012). 또한 우리나라 청소년들이 과학과 수학을 어렵고 힘든 분야라고 인식하여 이공계 진로를 기피하는 현상이 팽배해지면서 국가의 발전을 주도할 우수한 과학기술 인력의 양성에 심각한 문제가 제기되었다. 따라서 과학 기술의 발전을 위해서는 과학과 수학에 대한 흥미를 높이고 이공계 진로에 대해 충분히 탐색하고 긍정적으로 받아들일 수 있는 새로운 교육 대안의 필요성이 대두되었다(성애리, 2017).

한편 현대 사회는 지식 기반 사회로, 지식이나 기술을 지니고 있는 것뿐만 아니라 주어진 정보를 이해하고 효과적으로 활용하는 능력도 중요하므로, 감성과 창의성을 갖추고 학문의 경계를 넘나들 수 있는 융합형 인재를 필요로 한다. 미국, 영국, 이스라엘과 같은 교육 선진국에서는 오래 전부터 수학·과학의 강화와 통합 교육을 위해 노력하였다. 미국은 ‘2007년 미국 경쟁력 강화 법안(American Competes Act of 2007)’을 통해 과학(S), 기술(T), 공학(E), 수학(M)의 융합 교육인 STEM 교육의 중요성을 강조하였다. STEM이라는 용어는 1990년대에 미국 NSF에서 사용하기 시작하였다(Bybee, 2010). 초반에는 기술과 공학 교육 전문가들이 주축이 되어 진행하였으나 현재는 미국 과학 교육에도 큰 영향을 미치고 있으며, 관련 분야에 대한 투자와 교사 양성 지원도 지속적으로 늘리고 있다(신영준, 한선관, 2011; 한국과학창의재단, 2012). 영국에서는 STEM Network를 통해 융합인재 양성을 위해 노력하였고, 이스라엘에서도 예술 교육의 통합을 위해 과학예술영재학교를 설립하였다(한



국과학창의재단, 2012).

STEM 교육은 과학, 기술, 공학, 수학 분야 각각에 대한 교육이 아니라 각 교과 간의 상호 의사소통과 협력을 토대로 한 통합적 교육이다(Sanders, 2006, 2009; Sanders *et al.*, 2011). 즉, STEM 교육은 21세기를 살아가는 학생들이 과학, 기술, 공학, 수학 교과의 학문을 통합하여 실생활과 관련된 상황과 국제적 이슈 등을 이해함으로써 융합적 소양을 함양할 수 있도록 한다(Bybee, 2010, 2013). STEM 교육은 양적인 측면에서는 학생들에게 이공계 선택의 기회를 늘려주고 질적인 측면에서는 STEM에 연계된 교과의 질적 성장을 기대할 수 있다(Kuenzi, 2008). Clark & Ernst(2007)는 통합이나 연계의 중요성을 강조하며 STEM 교육이 필요하다고 주장하였다. Vasquez *et al.*(2013)은 STEM 교육이란 과학을 네 가지 장벽으로 분리하는 전통적인 방식에서 벗어난 학제 간 통합 과정이라고 정의하였으며, 최근 연구에서는 학문 간 통합뿐만 아니라 교수와 학습에 대한 통합된 접근법도 강조했다.

교육과학기술부(2010)는 STEM 교육과 같은 세계적인 교육 변화의 흐름을 반영하여 과학기술에 대한 흥미와 관심을 증진시키고 창의 융합형 과학 문화를 확산시킬 수 있는 새로운 과학·수학 교육 패러다임인 한국형 융합인재교육(이하 STEAM 교육)을 제안하였다. STEAM 교육은 일방적으로 교사가 학생에게 지식을 전달하는 수업이 아니라 학습자 스스로가 학습의 목적을 찾고 직접 설계하고 탐구하여 실생활 문제를 해결하는 과정이 중심이 된다(한국과학창의재단, 2012, 2015a).

교육부와 한국과학창의재단, 각 시도 교육청 등은 STEAM 교육이 학교 현장에 정착할 수 있도록 STEAM 교육과 관련된 연구시범학교(리더스쿨)와 교사 연구회 선정과 지원, STEAM 콘텐츠와 프로그램 개발·보급, STEAM 교원 연수, STEAM 아웃리치 프로그램과 과학관 연계 프로그램, 대학생 지원 STEAM 수업 등의 다양한 정책을 운영하고 있다(교육과학기술부, 2011a; 교육부, 2016; 한국과학창의재단, 2012, 2015a).

## (2) STEAM 교육의 정의

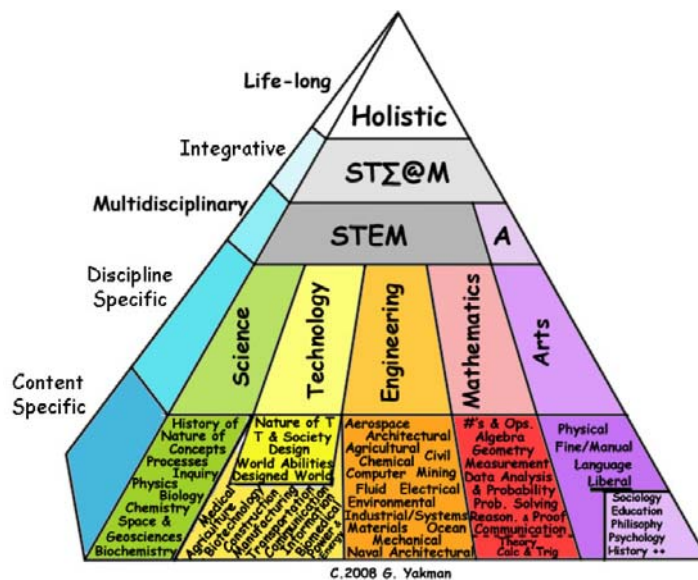
STEAM은 통합 과학 교육을 의미하는 STEM에 예술(A) 분야를 더 추가한 용어로, STEAM 교육은 과학(S), 기술(T), 공학(E), 예술(A), 수학(M) 교과 간의 융합적인

교육 방식을 의미한다. 즉, STEAM이 기존의 과학기술 교육인 STEM과 가장 크게 다른 점은 예술을 포함한다는 것이다.

Yakman & Kim(2007), Yakman(2008)은 STEAM이란 수학의 요소로 이해할 수 있는 공학과, 예술을 통해 해석할 수 있는 과학과 기술이라고 정의하면서 STEAM 피라미드 모형을 제시하였다<그림 2>. 이 모형은 STEAM의 각 분야에 포함되는 다양한 영역이 무엇인지를 소개하며 STEAM 교육으로 전인 교육을 실현할 수 있음을 보여준다. Platz(2007)는 STEM에 예술을 추가하여 STEAM으로 전환해야 한다고 주장하였으며, Maes(2010)는 개인의 창의성 발현을 위해서는 STEM에 예술 분야가 반드시 포함되어야 한다고 주장하면서 TEAMS라는 용어를 제안하기도 하였다.

STEAM 교육에서의 예술(A)은 미술, 음악 등의 순수 예술 교과목뿐만 아니라 인문교양까지 포함하는 넓은 의미를 지닌다. 미래를 주도할 우수한 인재들에게는 지식은 물론, 창의력, 상상력, 인간의 감성까지도 아우를 수 있는 균형 잡힌 능력이 필수적으로 요구되므로, STEAM 교육에서 예술은 매우 중요한 요소라 볼 수 있다(한국과학창의재단, 2012).

한국과학창의재단(2015a)은 STEAM 교육의 보급을 위한 가이드북 개정본에서 STEAM 교육은 수학과 과학의 개념이 뼈대가 되고 공학과 기술을 통해 실생활과 연계된 문제를 해결하며 인문·예술 요소의 감성적인 면도 포함하여 창의성을 기를



<그림 2> STEAM의 피라미드 모형(Yakman, 2008)

수 있어야 함을 강조하였다. 즉, STEAM 교육은 예술 요소와 인문 지식이 여러 학문의 개념과 어우러져 실생활 문제를 해결하는 데 활용되어야 하며, 이 과정에서 자연스러운 융합이 이루어지는 것을 지향하고 있다.

이상의 내용을 종합해 보면 STEAM이라는 용어는 과학, 기술, 공학, 수학의 융합 교육에 순수 예술 교과나 인문 지식 등의 예술을 추가함으로써 보다 균형 있는 능력을 함양하고 실생활에 접근하는 교육을 추구한다는 의미로 해석할 수 있다.

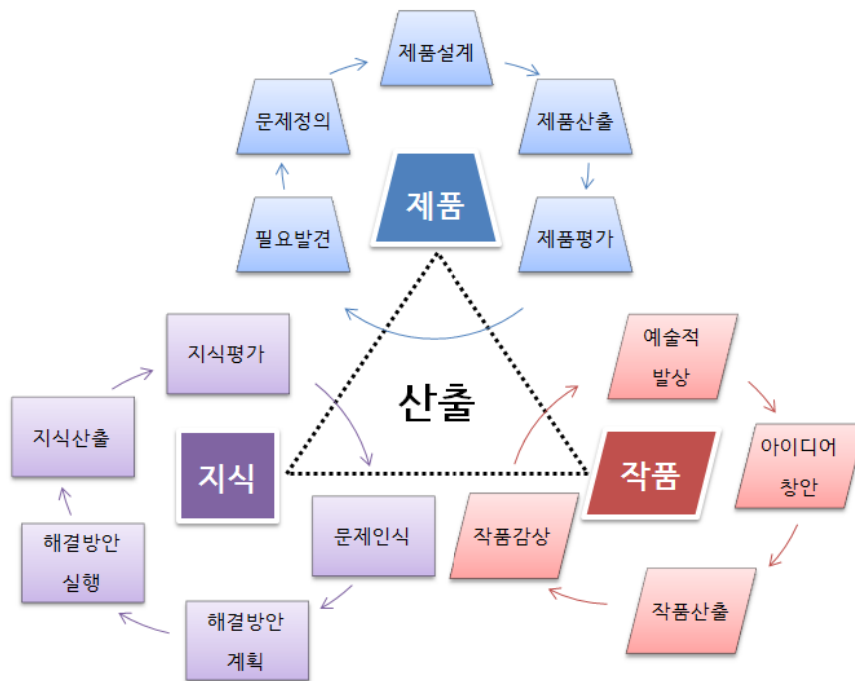
우리나라에서는 한국과학창의재단과 관련된 연구 보고서나 자료집에서 STEAM 교육에 대한 정의를 찾아볼 수 있다. 백윤수 등(2012)은 한국과학창의재단 연구보고서인 ‘융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구’에서 STEAM 교육을 ‘다양한 분야의 융합적 내용을 창의적 설계와 감성적 체험으로 경험함으로써 과학 기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM literacy)을 갖춘 인재를 양성하는 것’이라고 정의하였다. 한국과학창의재단(2012, 2015a)은 STEAM 교육의 보급을 위한 가이드북에서 STEAM 교육을 ‘과학기술에 대한 학생의 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합적 사고력과 실생활 문제 해결력을 배양하는 교육’이라고 정의내리고 있다.

STEAM이라는 용어의 의미와 STEAM 교육에 대한 다양한 정의를 바탕으로 하여 이 논문에서는 STEAM 교육을 ‘과학, 기술, 공학, 예술, 수학 교과가 포함된 융합적 내용을 창의적 설계와 감성적 체험을 통해 경험함으로써 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고, 창의적이고 종합적인 문제 해결력을 기르는 교육’으로 정의한다.

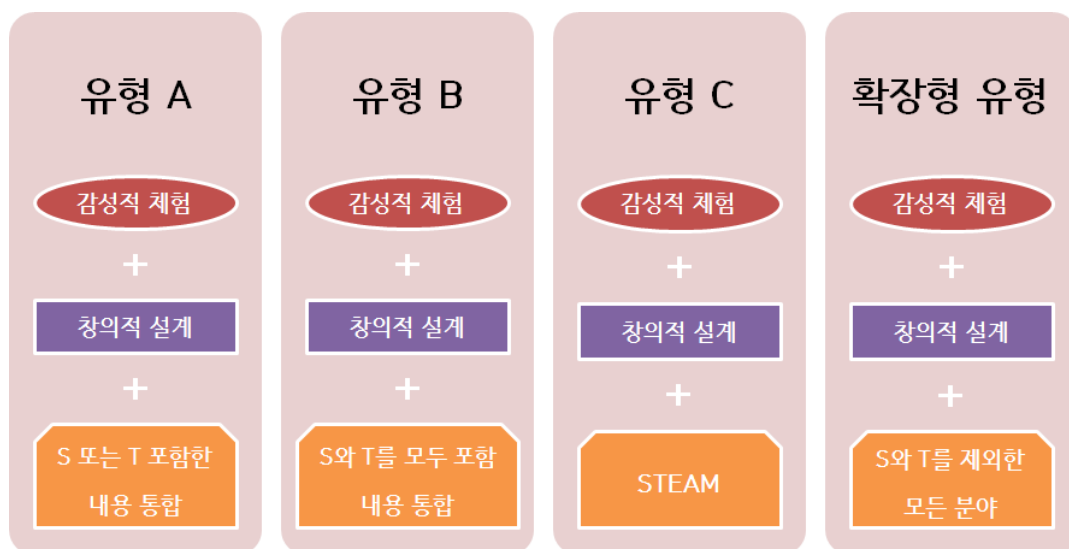
### (3) STEAM 수업의 유형과 학습 준거

STEAM 교육이 효과적으로 이루어지기 위하여 STEAM 수업에 반드시 포함되어야 하는 요소는 무엇인지, STEAM 수업은 어떠한 유형으로 진행되어야 하는지, STEAM 수업을 위한 학습 준거는 무엇인지 등에 대한 연구들이 수행되었다.

박현주 등(2012)과 백윤수 등(2011)은 STEAM 교육의 핵심 역량으로 제안되는 창의성, 소통, 내용 통합, 배려를 강조하면서, STEAM 교육의 구성 요소로 창의적 설계, 감성적 체험, 내용 통합을 제시하였고, 이들 사이의 상호작용으로 STEAM 교육



〈그림 3〉 창의적 설계의 산출 융합 과정(백운수 등, 2012)



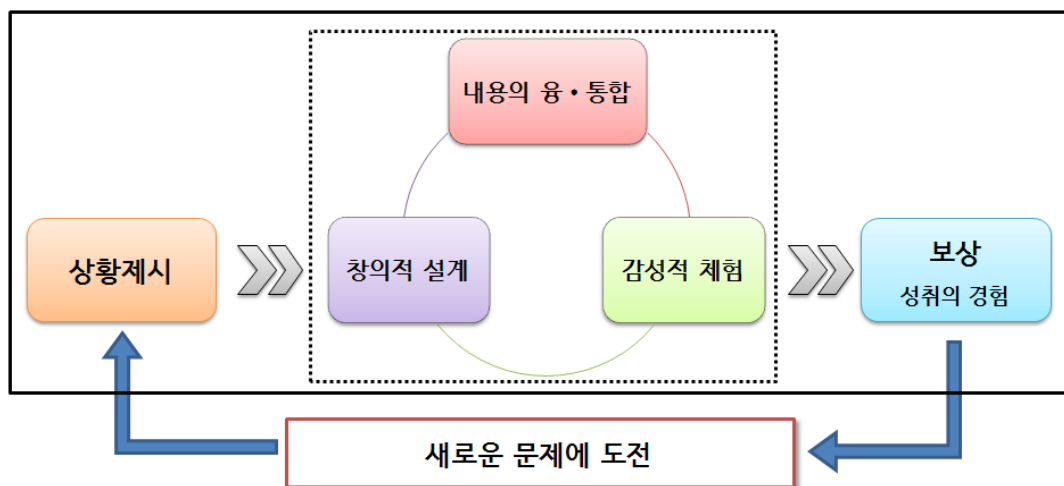
〈그림 4〉 STEAM 교육의 유형(백운수 등, 2012)

이 진행된다고 하였다. 첫 번째 구성 요소인 창의적 설계는 ‘학습자들이 지식이나 작품 등의 산출물을 내기 위하여 창의성, 효율성, 경제성, 심미성 등을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정’이라고 정의하였다. 또한 창의적 설계는 지식 산출, 제품 산출, 작품 산출의 과정으로 진행되며 각 과정은 개별적인 것이 아니라 세부 과정들이 서로 상보적으로 융합하여 <그림 3>과 같은 산출 융합 과정으로 이루어진다고 하였다.

두 번째 구성 요소인 감성적 체험은 학습자가 학습에 몰입할 수 있도록 하는 모든 활동과 경험을 의미하는 것으로서, 몰입과 성취의 기쁨과 실패의 가치를 경험하는 것이 이에 해당한다.

세 번째 구성 요소는 두 개 이상의 교과가 유기적으로 통합되는 내용 통합으로서, <그림 4>와 같은 유형으로 구분하였다. 또한 내용 통합의 방법으로 5개 교과 중 하나의 교과가 기반이 되어 다른 교과를 연계하는 다학문적 통합, 2개 이상의 교과를 서로 통합하는 간학문적 통합, 교과 혹은 학문보다는 주제 중심으로 완전히 통합되는 탈학문적 통합의 세 가지를 제시하였다.

박현주 등(2012)과 백윤수 등(2012)은 STEAM 교육이 지향해야 하는 것을 고려하여 STEAM 수업 구성의 원리와 준거 틀을 개발하였다. STEAM 수업에서는 우선 학습의 전체를 포괄하는 관련 상황을 제시해야 하고, 학습자들이 자신의 문제로 인식

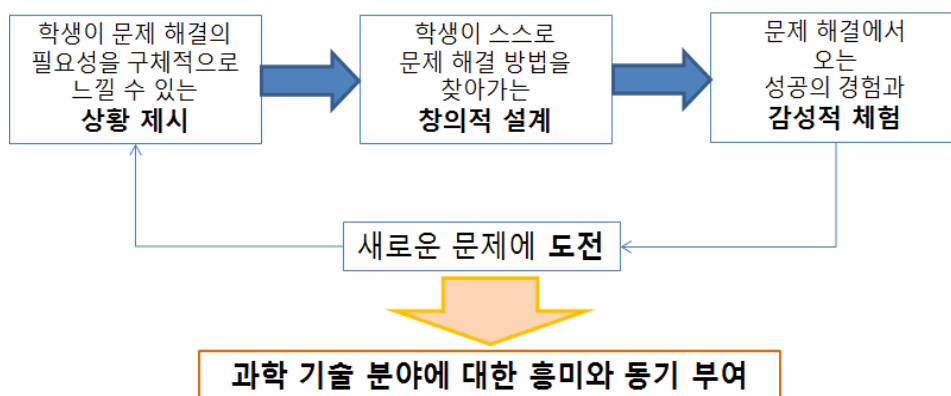


<그림 5> STEAM 수업 구성의 원리(백윤수 등, 2012)

한 후 창의적 설계를 통하여 문제를 해결하며, 보상을 경험하여 새로운 도전 의식을 갖게 된다<그림 5>. STEAM 수업 설계 준거 틀은 크게 목표, 개념, 교육활동 준거, 보상으로 나누어지며, 이 중 교육활동 준거에 상황, 내용 통합, 창의적 설계, 감성적 체험이 포함되어 있다.

한국과학창의재단(2012, 2015a)은 이러한 연구의 결과를 바탕으로 하여 STEAM 수업의 필수 구성 요소로 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험을 제시하였고, 이를 STEAM 수업의 학습 준거 틀이라고 하였다<그림 6>. 또한 백윤수 등(2011)이 제안한 STEAM 수업 설계 준거 틀을 수정하여 STEAM 수업의 점검을 위한 평가 문항을 <표 1>과 같이 제시하였다. STEAM 수업의 학습 준거와 STEAM 수업의 점검을 위한 평가 문항을 살펴보면 구성주의 개념을 상당 부분 포함하고 있음을 알 수 있다. 학습자 중심의 활동을 중요한 요소로 하고, 결과보다는 과정을 중요한 개념으로 두고 있으며, 교사는 촉진자이자 동료 학습자로서 지식의 주입을 위한 존재가 아닌 학습자를 돕고 지지하도록 하고 있다. 이렇듯 STEAM 교육은 학습자를 능동적 주체로 보고, 교사는 학생들이 문제를 해결할 수 있도록 활발히 상호작용하며 돕는 역할을 하는 학습의 촉진자로 본다는 면에서 구성주의 인식론과 동일한 기본 개념을 가진다고 볼 수 있다(성애리, 2007).

한편 STEAM 수업의 유형은 학교 교육과정 내에서 STEAM 수업을 운영하는 방식에 따라 <표 2>와 같이 세 가지로 분류할 수 있다.



<그림 6> STEAM 수업의 학습 준거 틀(한국과학창의재단, 2015a)

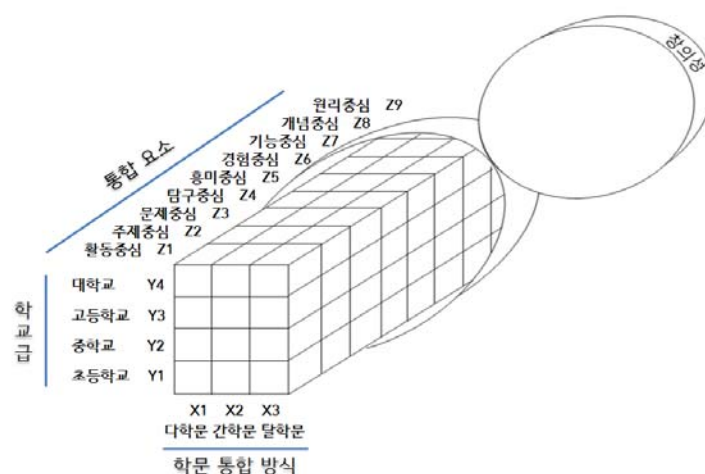
〈표 1〉 STEAM 수업 평가 문항(한국과학창의재단, 2015a)

구분	요소	세부 설명	
STEAM 목적	융합인재양성	융합형 인재 양성 목적에 부합하는가?	
STEAM 개념	학생 흥미증진	학생의 과학기술에 대한 흥미를 높이도록 설계되었는가?	
	실생활 연계	실생활 속의 과학기술과 연관된 주제인가?	
	융합적 사고력 배양	학생의 융합적 사고력을 배양하도록 프로그램이 설계되었는가?	
STEAM 학습 준거 틀	상황 제시	실생활 연계	학생들이 실생활에서 해결해야 할 문제를 상황으로 제시하고 있는가?
		흥미와 몰입	학생이 흥미를 느낄 수 있는, 학생의 눈높이에 맞는 구체적인 상황인가?
	창의적 설계	창의성	문제 해결을 위해 학생들이 해결방법을 고안하는 창의적 설계 과정이 명확히 드러나 있는가?
		학습자 중심	놀이 및 경험 중심의 활동으로 구성하고, 학생들이 직접 구상하고 고민하는 과정이 있는가?
		산출물 (아이디어)	창의적 설계의 결과 학생마다(모둠마다) 다양한 산출물(아이디어)이 나오도록 구성되어 있는가?
		도구 활용	일상생활에서 사용하는 기기를 활용하여 문제를 해결하도록 설계하였는가?
	감성적 체험	문제해결	상황 제시에 제시한 문제를 학생들이 해결하여 성공의 기쁨을 경험할 수 있는 내용이 제시되어 있는가?
		협력 학습	협력을 통해 문제를 해결하고 결과를 도출할 수 있도록 설계되어 있는가?
		도전 의식	문제해결과정을 통해 새로운 과제에 도전할 수 있도록 안내되어 있는가?
STEAM 평가	세부 관점		학습자가 문제를 해결하였다는 성공의 경험을 평가할 수 있도록 하였는가?
			학생 평가에서 다양한 산출물(아이디어)을 평가하였는가?
			결과 중심 평가가 아닌 과정 중심의 평가가 이루어지도록 하였는가?

<표 2> STEAM 수업의 유형(한국과학창의재단, 2015a)

구분	주요 내용
교과 내 수업형	<ul style="list-style-type: none"> <li>하나의 중심 교과에 과학, 기술, 공학, 예술, 수학적 요소(원리, 동향, 연관 직업 등)를 연계함</li> <li>수업 시간 확보와 수업 진행은 용이하나, 타 교과에 대한 깊이 있는 내용을 포함하기 어려움</li> </ul>
교과 연계형	<ul style="list-style-type: none"> <li>주제 중심으로 관련된 여러 교과를 연계함</li> <li>주제에 대한 융합적 이해가 용이하고 다양한 형태의 수업(프로젝트 수업, 팀티칭, 코티칭 등)이 가능하나 수업 시간의 확보가 어려움</li> </ul>
창체 및 방과후 적용형	<ul style="list-style-type: none"> <li>주제 중심으로 전체 교육과정을 재구성하거나, 별도의 프로그램을 개발함</li> <li>수업 시간 확보가 가장 용이하나, 교육과정 재구성, 추가 수업 등 교사의 추가 부담이 발생함</li> </ul>

한편, STEAM 교육을 위한 모형을 개발하는 연구들도 진행되었다. 김진수(2011)는 STEAM 교육에 대한 다양한 선행 연구의 수행과 관련 문헌을 바탕으로 하여 STEAM 교육의 이론적인 모형으로서 큐빅 모형을 개발하였다<그림 7>. X축은 학문의 통합 방식에 의하여, Y축은 학교 급에 의하여, Z축은 통합의 요소에 의하여 분류하였고, 이 모형에서 각 요소에 해당하는 세부 요소를 선정하면 STEAM 수업을 구체적으로 준비하고 진행할 수 있다고 제안하였다.



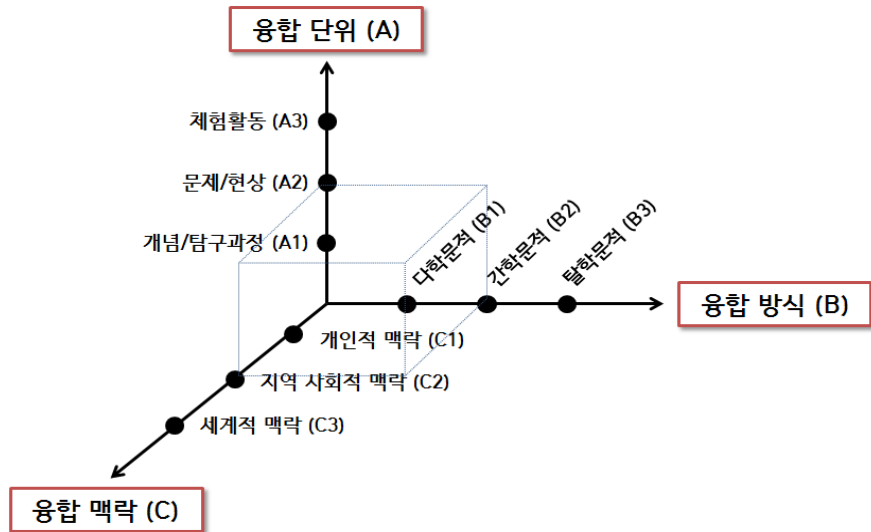
<그림 7> STEAM 교육의 큐빅 모형(김진수, 2011)



김성원 등(2012)은 STEAM 교육이 교육 현장에서 달성하고자 하는 목표는 무엇인지, 다양한 학문을 어떻게 융합할 것인지, 실제로 어떠한 방식으로 실행할 것인지에 대한 연구를 수행하여 Ewha-STEAM 융합 모형을 도출하였다<표 3>, <그림 8>. 이 모형은 핵심 지식, 핵심 역량, 융합 요소의 세 가지 차원으로 이루어져 있으며, 이중 융합 요소는 융합 단위, 융합 방식, 융합 맥락의 세부 요소로 나누어진다. 김성원 등(2012)은 현장에서 STEAM 수업을 실행하는 데 필요한 가이드라인의 제공을 위해 Ewha-STEAM 융합 모형을 활용한 STEAM 수업의 예시를 제시하였다.

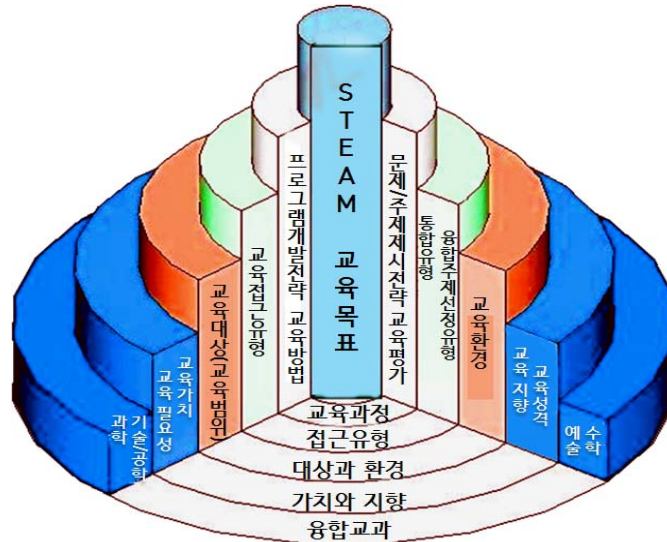
<표 3> Ewha-STEAM 융합 모형의 세 가지 차원(김성원 등, 2012)

핵심 지식 (Key Knowledge)	핵심 역량 (Key Competency)	융합 요소 (Elements of convergence)
<ul style="list-style-type: none"> <li>교과 기반 통합 개념               <ul style="list-style-type: none"> <li>안정성과 변화, 구조와 기능, 순환과 보존, 진화, 변화의 패턴 등</li> </ul> </li> <li>소양 지식               <ul style="list-style-type: none"> <li>과학, 기술, 공학, 수학, 예술의 본성에 대한 이해, 심미성에 대한 이해, 우리 삶과 사회와의 연관성에 대한 이해 등</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과기반 통합 역량               <ul style="list-style-type: none"> <li>정보의 수집 및 평가, 자료의 분석과 해석, 패턴 인식 및 패턴 형성, 설계 및 모델링, 시연 및 시각화, 증거 기반 사고, 의사소통 등</li> </ul> </li> <li>창의 인성 역량               <ul style="list-style-type: none"> <li>창의 역량: 확산적 사고, 유추/은유적 사고, 분석적 사고, 심미적 사고, 비판적 사고 등</li> <li>인성 역량: 생태학적 세계관, 사회적 책임감, 글로벌 시민의식, 공감과 배려, 도덕적 민감성, 다양성에 대한 개방성 등</li> </ul> </li> </ul>	<p>&lt;요소 1&gt; 융합 단위</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>개념/탐구과정</li> <li>문제/현상</li> <li>체험활동</li> </ul> <p>&lt;요소 2&gt; 융합 방식</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>다학문적(multi-disciplinary)</li> <li>간학문적(inter-disciplinary)</li> <li>탈학문적(extra-disciplinary)</li> </ul> <p>&lt;요소 3&gt; 융합 맥락</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>개인적</li> <li>지역사회적</li> <li>세계적</li> </ul>



〈그림 8〉 Ewha-STEAM 모형에서 융합의 세 요소(김성원 등, 2012)

최유현 등(2012)은 〈그림 9〉와 같이 창의적 융합인재의 양성을 위한 STEAM 교육과정 모형을 개발하였는데, STEAM 교육 목표를 달성하기 위하여 필요한 요소들을 위계 없이 나열한 것이다. 이 모형을 통해 STEAM 수업의 목표를 바탕으로 하여 교육 대상, 환경, 접근 방식을 결정하고 실제 프로그램 개발과 진행, 평가 등이 이루어짐으로써 STEAM 교육 목표가 완성될 수 있다고 주장하였다.



〈그림 9〉 STEAM 교육과정 모형(최유현 등, 2012)

## 1.2 STEAM 교육 관련 선행 연구<sup>2)</sup>

### (1) STEAM 교육 프로그램의 분석과 적용

학교 현장에서 STEAM 교육이 활발하게 실행되기 위해서는 교사들이 수업에 쉽게 적용할 수 있는 다양한 STEAM 교육 프로그램이 필요하므로, 한국과학창의재단과 각 시도 교육청은 다양한 사업을 통하여 STEAM 프로그램을 개발하고 보급하였다. 이에 STEAM 교육 프로그램의 효율적인 개발과 분석을 위한 분석틀이나 준거 등에 대한 연구가 이루어졌다.

한혜숙과 박현주(2015)는 STEAM 프로그램의 현장 활용도를 높이고 개발 방향에 대한 시사점을 제공하기 위하여, 한국과학창의재단(2012)이 제시한 STEAM 교육 체크리스트를 수정·보완하여 STEAM 프로그램 분석틀을 개발하였고<표 4>, 2012년과 2013년에 한국과학창의재단의 지원으로 개발된 STEAM 프로그램을 분석하였다. 그

<표 4> STEAM 교육 프로그램 분석틀(한혜숙, 박현주, 2015)

분석 범주	분석 영역	분석 요소
A. 목표	목표	STEAM 교육 목표의 반영
B. 개념 및 내용	내용	내용 및 개념 수준
	내용 융·통합	학습 내용 융·통합
C. 교육 활동	상황 제시	실제적인 맥락의 상황 요소
	창의적 설계	창의적 설계 과정
		자기주도 학습
		협력 학습
		다양한 산출물
	감성적 체험	성취의 경험
		새로운 도전
D. 평가	평가	평가의 적절성

2) STEAM 교육은 STEM 교육을 더욱 발전시킨 한국형 융합인재교육이므로 외국에서는 STEAM 교육에 관한 연구가 거의 진행되지 않았다. 그러나 보다 넓은 시각에서 선행 연구를 살펴보기 위하여 STEM 교육에 관한 외국의 선행 연구도 포함하여 정리하였다.

결과 대체로 STEAM 교육에서 추구하는 요소를 적절히 반영하고 있었으나 목표 및 교육활동의 범주에서 낮은 점수가 나타나 이에 대한 보완이 필요함을 알 수 있었다. 특히 감성적 체험 영역의 새로운 도전 요소에 대한 점수가 크게 낮아 이를 보다 강조할 필요가 있음을 주장하였다.

김준수 등(2015)도 <표 5>와 같이 STEAM 프로그램 분석 도구를 개발하고 이를 이용하여 한국과학창의재단에서 연구 과제로 개발된 STEAM 교육 프로그램을 분석하였다. 연구 결과, 대부분의 STEAM 프로그램이 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험, 내용 통합의 STEAM 수업 설계 요소와 구성 요소를 충실히 반영하고 있었고, 프로젝트 학습 모형과 문제해결 학습 모형이 학교급과 내용 통합 주제, 융합 교육의 목표, 학습 구조에서 가장 높은 비율을 차지하였다. 또한 대부분의 교수학습 모형에서 모듈 학습 구조를 반영하고 있는 것으로 나타났다.

<표 5> STEAM 프로그램 분석 도구(김준수 등, 2015)

평가 영역		평가 요소			
I. 일반적 특성	학교급	<input type="checkbox"/> 초등학교	<input type="checkbox"/> 중학교	<input type="checkbox"/> 고등학교	
	학년	(     )학년			
	상황 제시	<input type="checkbox"/> 상황 제시			
II. STEAM 수업 설계 요소	창의적 설계	<input type="checkbox"/> 자기주도 학습		<input type="checkbox"/> 아이디어 발현	
		<input type="checkbox"/> 과정, 활동 중심		<input type="checkbox"/> 문제 발견, 정의	
		<input type="checkbox"/> 다양한 산출물		<input type="checkbox"/> 협력 학습	
		<input type="checkbox"/> 기타 (			

평가 영역		평가 요소	
V. 방법	지식 영역	<input type="checkbox"/> 과학 <input type="checkbox"/> 기술 <input type="checkbox"/> 공학 <input type="checkbox"/> 수학 <input type="checkbox"/> 인문예술	
	정의적 영역	<input type="checkbox"/> 인성 <input type="checkbox"/> 흥미, 성취감 <input type="checkbox"/> 예술적 감성	
	최신 연구 내용	<input type="checkbox"/> 첨단 과학기술 내용	
	진로 교육	<input type="checkbox"/> 진로 소개나 지도	
	프로그램 차시	<input type="checkbox"/> 1-2차시	<input type="checkbox"/> 3-4차시 <input type="checkbox"/> 5-6차시
		<input type="checkbox"/> 7-8차시	<input type="checkbox"/> 9차시 이상
	학습 구조	<input type="checkbox"/> 개인 <input type="checkbox"/> 짝 <input type="checkbox"/> 모둠 <input type="checkbox"/> 전체	
	운영 방법	<input type="checkbox"/> 단일교과수업 운영	
		<input type="checkbox"/> 교과수업 운영 <input type="checkbox"/> 관련교과 연계 운영	
		<input type="checkbox"/> 교육과정 재구성 운영	
		<input type="checkbox"/> 창의적 체험활동	
	교수학습모형	<input type="checkbox"/> 비교과 활동 운영 <input type="checkbox"/> 방과후 교육활동	
		<input type="checkbox"/> 기관연계 운영	
		<input type="checkbox"/> 문제해결학습 <input type="checkbox"/> 프로젝트 학습	
	주요 활동 유형	<input type="checkbox"/> 창의공학 설계법 <input type="checkbox"/> 탐구학습	
		<input type="checkbox"/> 협동학습 <input type="checkbox"/> 기타 ( )	
VI. 평가	평가 기준 제시	<input type="checkbox"/> 평가 기준 제시	
	학습 목표와 평가 문항의 일치	<input type="checkbox"/> 학습 목표와 평가 문항의 일치	
	평가 시기	<input type="checkbox"/> 과정 중심 평가 <input type="checkbox"/> 결과 중심 평가	
	평가 주체	<input type="checkbox"/> 자기 평가 <input type="checkbox"/> 동료 평가 <input type="checkbox"/> 교사 평가	
	평가 방법	<input type="checkbox"/> 선택형 지필 평가	
		<input type="checkbox"/> 서술(논술) <input type="checkbox"/> 발표	
		<input type="checkbox"/> 면접 <input type="checkbox"/> 토론 <input type="checkbox"/> 관찰	
		<input type="checkbox"/> 실기 <input type="checkbox"/> 실험(실습)	
		<input type="checkbox"/> 활동지 <input type="checkbox"/> 연구보고서	
		<input type="checkbox"/> 포트폴리오 <input type="checkbox"/> 제품(작품)	
		<input type="checkbox"/> 기타 ( )	

또한 2011년 교육과학기술부의 주요 업무 계획에서 STEAM 교육 강화 계획이 발표된 이후로, 국내에서는 STEAM 교육이 학생들에게 미치는 영향을 조사하기 위하여 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 이를 학생들에게 적용한 후 인지적, 정의적 측면에서의 효과를 분석하는 다양한 연구들이 수행되었다.

우선, 초등학생을 대상으로 STEAM 교육 프로그램의 효과를 조사한 연구들이 매우 활발히 수행되었다. 초등학교에서 적용할 수 있는 프로그램에 대한 연구들이 중·고등학교보다 압도적으로 많다고 보고되는데(이석진 등, 2017) 이는 STEAM 수업 실행 비율이 각 학교급 중 초등학교에서 가장 높다는 선행 연구(박현주 등, 2016)의 결과와 관련된다고 볼 수 있다. 초등학교는 중·고등학교에 비해 과목의 융합이 비교적 쉽고 적용 시의 제약이 거의 없기 때문일 것이다(안혜란, 유미현, 2015).

박혜원과 신영준(2012)은 5학년 ‘우리 몸’ 단원의 교육과정을 재구성한 STEAM 수업이 학생들의 자기 효능감, 흥미, 과학에 대한 태도에 미치는 영향을 조사하였다. 연구 결과, STEAM을 적용한 과학 수업을 하고 난 후, 자기 효능감이 유의미하게 상승하였고, 과학에 대한 흥미와 과학 학습에 대한 흥미, 과학 활동에 대한 흥미, 과학 관련 직업에 대한 흥미도 높아졌다. 또한 과학적 태도와 과학과 관련된 태도의 영역에도 긍정적 영향을 미쳤다. 이러한 결과는 STEAM 수업이 성공의 경험을 높이고 실생활과 연결하는 것은 물론 최신 기술의 발달에 대한 정보를 지속적으로 제공하였으며, 인체 기관과 관련된 첨단 기술을 소개하고 조사·학습하게 함으로써 흥미뿐만 아니라 과학의 필요성과 과학의 사회적 의미에 대한 인식을 높일 수 있었기 때문으로 논의하였다.

배진호 등(2013)은 5학년을 대상으로 STEAM을 적용한 과학 수업이 학생들의 과학 학습 동기와 학업 성취도에 미치는 영향을 분석하였는데, 과학 학습 동기 중 학습 환경 영역을 제외하고 모든 영역에서 STEAM 수업을 받은 학생들의 과학 학습 동기와 학업 성취도가 유의미하게 높은 것으로 나타났다. STEAM을 적용한 과학 수업이 실생활과 연관된 다양한 영역을 다루고, 학생 주도적 활동을 많이 포함하고 있으며, 친구들과의 피드백과 감성적 체험을 통해 학습 내용을 내면화하는 과정을 거치게 되므로, 인지적 측면과 정의적 측면에서 동시에 긍정적 결과를 얻었다고 결론지었다.

신재한 등(2013)은 5학년을 대상으로 인형극을 활용한 예술 중심 STEAM 프로그

램을 개발하고 적용하여 수업을 받기 전과 후의 융합적 사고력, 문제 해결력, 창의적 성향을 비교한 결과, 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 또한 연구 결과를 토대로, 예술 중심 융합교육 프로그램은 단원 중심으로 설계되어야 하고 융합적 발문을 효과적으로 활용해야 하며, 운영 방식에 있어서 학생 능력 및 특성에 맞추어 교사 중심, 교사-학생 연계, 학생 중심의 수준별 STEAM 교육을 실시해야 한다고 제안하였다.

이시예와 이형철(2013)은 4학년 ‘모습을 바꾸는 물’ 단원에서 STEAM을 적용한 과학 수업을 적용한 후, 초등학생의 창의성과 과학 관련 태도에 미치는 영향을 조사하였다. STEAM 적용 과학 수업은 초등학생의 창의성 향상과 과학 관련 태도 향상에 유의미한 효과가 있었다. 이는 학생들이 STEAM을 적용한 과학 수업에서 매차시 새로운 아이디어를 내고 구체화시켜 산출물을 만들어내는 창의적 설계 과정을 많이 경험하고 다양한 영역의 통합으로 지루하지 않게 주도적으로 학습에 참여할 수 있었기 때문이라고 해석하였다.

김덕호 등(2014)은 6학년을 대상으로 과학의 각 단원 후반부에 심화·보충 학습으로 실시할 수 있는 STEAM 프로그램을 개발하여 적용한 후 이 프로그램이 학생들의 창의성과 과학 교과 흥미도에 긍정적인 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 또한 학생들이 STEAM 프로그램에 대해 높은 만족도를 나타내었으므로, STEAM 프로그램과 같은 학습자 중심 교육 프로그램이 지속적으로 개발되어야 한다고 주장하였다.

임성만 등(2014)은 6학년의 ‘에너지’ 단원을 중심으로 하여 교과 수업 시간에 활용할 수 있는 교과대체형 STEAM 프로그램을 개발하고 적용한 후, 학생들의 일반 수업과 STEAM 수업의 비교, 학습 내용 이해도 비교, 전과 후의 인식 조사 등을 수행하였다. 대부분의 학생들이 STEAM 수업에 포함된 교과 내용에 대해 높은 이해도를 보였다. 또한 많은 학생들이 여러 과목을 융합하여 배웠음을 긍정적으로 인식하였으나 일부 학생들은 모듈원과의 의견 조율, 창의적 사고 도출, 공작 수행 등을 어려워하기도 하였다. 또한 STEAM 수업 전에 부담감과 두려움을 보인 학생들도 있었다. 그러나 전체적으로 STEAM 수업 후에는 학습 이해, 창의력, 사회성 향상 측면에서 긍정적 결과를 보였다. 따라서 STEAM 수업이 현장에서 많이 활용되어야 하며, 이를 위해서는 교육과정을 기반으로 한 교과 수업 대체 STEAM 프로그램의 보급과 연수가 활발히 시행되어야 한다고 주장하였다.

채수풍과 전석주(2015)는 6학년을 대상으로 하는 STEAM 기반 프로그래밍 교육 프로그램을 개발하고 적용한 후, 협동과 의사소통 능력에 초점을 둔 인성과 창의적 인지 능력이 향상되는 결과를 얻었다. 이에 로봇을 활용한 STEAM 교육이 활발히 진행되어야 하고 교사들이 적극적 자세를 가질 필요가 있다고 하였다.

Dickerson *et al.*(2014)은 정규 수업 이외로 진행하는 STARBASE라는 STEM 프로그램을 초등학교 고학년 학생들에게 적용하는 연구를 수행하였다. 이 프로그램에 참여한 학생들은 1주일 간 정규 수업을 받지 못했음에도 불구하고 과학, 수학, 독서 등의 과목 점수가 특별히 낮게 나타나지 않았고, 오히려 이러한 STEM 프로그램의 시간을 늘리고 참여 기회를 확대하기를 원하는 등 매우 긍정적인 반응을 보이는 것으로 나타났다.

중·고등학생들을 대상으로 STEAM 교육의 효과를 조사한 연구들도 있다. 이영은과 이효녕(2014)은 중학생들을 대상으로 공학적 설계와 과학 탐구 기반의 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 적용하여 자기 효능감과 진로 선택에 미치는 효과를 알아보았다. 연구 결과, 중학생의 과학에 대한 흥미뿐만 아니라, 수학이나 기술, 공학에 대한 흥미도 상승했고, 특히 기술 교과에 대한 흥미가 가장 크게 상승한 것으로 나타났다. 또한 자기 효능감이 향상되었고 관련 직업 선택에도 긍정적인 영향을 주었다. 따라서 STEAM 교육 프로그램이 이공계 기피 완화라는 국가적 목표에 맞는 의미 있는 결과를 가져올 수 있을 것이라고 기대하였다.

이우정과 강순희(2014)는 중학생들의 과학 동아리 활동을 위한 STEAM 교수 전략을 개발하여 적용하였다. 중학교 3학년 학생 30명에게 두 학기에 걸쳐 총 6개 주제로 수업하였는데, 정규 학교 수업만 받은 집단에 비해 융통성을 제외한 창의적 사고력이 통계적으로 유의미하게 향상되었다. 또한 문제 해결 측면의 비판적 사고력도 통계적으로 유의미하게 향상된 것으로 나타났다.

현은령(2016)은 미디어스토리텔링디자인을 고등학교 화학 교과와 융합한 STEAM 프로그램을 개발하고 효과를 조사하였다. 프로그램의 주 내용은 화학 결합의 원리와 분자 구조의 특성을 미디어스토리텔링디자인을 통한 시나리오 기획과 영상 제작을 통해 자연스럽게 이해하는 것이다. 연구 결과, 과학에 대한 학습 태도 중 과학의 가치에 대한 인식 수준과 과학에 대한 자기 개념이 통계적으로 유의미하게 향상되었고, 지필 평가의 결과도 향상되어 인지적 측면에서의 효과도 나타났다.



한혜숙 등(2016)은 ‘과학적 재난 관리’라는 12차시의 수학 교과 중심 STEAM 프로그램을 개발하고, 고등학교 여학생들의 수학에 대한 정의적 특성과 창의적 사고 능력에 미치는 효과를 알아보았다. 그 결과, 수학에 대한 정의적 특성 및 창의적 사고 능력의 각 하위 요소에 대한 사전·사후 검사에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었고, 수학적 지식 기반의 창의적 사고 능력 발달에도 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이 외에도 중학교 동아리 활동을 위한 STEAM 기반 프로젝트 교육 프로그램(김현정 등, 2013)이나 중학교 미술과 수학과 연계 STEAM 프로그램(고황경, 김재원, 2013), 기술 교과 중심의 STEAM 프로그램(김방희 등, 2013; 김진연 등, 2013; 김진연, 김기수, 2014; 신성미, 심현섭, 2015), 미술 중심 STEAM 프로그램(이부연, 2014) 등을 개발하고 효과를 조사하는 연구들이 다수 진행되었고, 그 결과는 대부분 긍정적인 것으로 나타났다.

이와 같이, 초·중·고 학생들을 대상으로 STEAM 교육의 효과를 연구한 선행 연구들의 결과를 종합해 보면, STEAM 교육은 흥미, 자기 효능감, 학습 동기 등의 정의적 측면은 물론이고 학업 성취도, 융합적 사고력, 문제 해결력, 학습 내용 이해도 등의 인지적 측면에도 매우 긍정적 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 그러나 중·고 등학생을 대상으로 하는 연구들이 초등학생에 비해 매우 부족한 실정이다. 이와 관련하여 안혜란과 유미현(2015)은 중학교 시기는 과학과 수학 등의 교과 내용이 본격적으로 구체화되는 시기이므로 중·고등학생을 대상으로 한 STEAM 교육 연구들도 더욱 활성화될 필요가 있다고 주장하기도 하였다.

한편, 영재 교육에 STEAM 교육을 적용하는 연구도 있다. 창의적 인재 육성을 위해서는 유연한 아이디어와 도전적 정신, 융합적 사고를 기르는 영재 교육 프로그램이 필요하다(안혜란, 유미현, 2015). 또한 영재 교육에서 STEAM 교육 이전에도 통합 수업이 강조된 바 있고 효과도 긍정적이었으므로, 영재 교육을 STEAM 교육의 관점에서 접근하는 연구들도 다양하게 수행되었다. 안혜란과 유미현(2015)이 분석한 영재 교육에서의 STEAM 교육 연구 동향에 따르면, 영재 교육에서 STEAM 교육 프로그램 개발 연구는 과학 중심 프로그램을 중심으로 다양하게 연구되고 있으며, 영재 교육을 위한 STEAM 교육 프로그램이 창의성에 미치는 효과를 알아보는 연구가 가장 많았다.

김권숙과 최선영(2012)은 과학 기반 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향을 조사하였고, STEAM 프로그램을 적용한 실험반의 과학 창의적 문제해결력 검사 점수가 비교반에 비해 통계적으로 유의미하게 높았다. 특히 다양한 문제 제안하기와 해결책 생각하기에서 효과가 두드러지게 나타났는데, 이는 STEAM 프로그램이 통합적이고 유연한 사고로 문제에 접근하고 다양한 탐색과 제작 활동을 통해 아이디어를 습득하여 산출물을 내는 과정을 제공하였기 때문이라 논의하였다. 과학적 태도는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았는데, 이는 프로그램을 장기간 실시하지 못하여 발생한 결과라 해석하였다.

유제정과 이길재(2013)는 초등과학영재와 일반학생을 대상으로 뇌기반 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 적용하여 창의성과 정서지능의 변화를 알아보았다. 연구 결과, 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램은 창의성과 정서지능을 신장시켰는데, 특히 영재 학생들에게 더 효과적이었다.

강희선과 서혜애(2013)는 중학교 과학 영재를 위한 생명과학 기반 STEAM 프로그램을 개발하고 적용하여 과학에 대한 태도의 변화와 프로그램에 대한 만족도를 조사하였다. 영재 학생들은 과학에 대한 태도의 하위 영역 중, 수업즐거움이 유의미하게 향상되었고, 수업에 대한 만족도도 긍정적인 것으로 나타났다.

강호감과 김태훈(2014)은 프로젝트 학습의 단계와 STEAM 수업의 구성 원리와 학습 준거 등을 활용하여 초등 과학 영재를 위한 총 18차시의 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 과학 창의적 문제해결력에 미치는 효과를 조사하였다. 전반적으로 창의적 문제해결력이 향상되었고, 하위 요소에서는 한 가지 영역을 제외한 네 가지 영역에서 모두 향상된다고 보고하였다.

최영미와 홍승호(2015)는 스크래치 프로그래밍을 활용한 작은 생물 STEAM 수업이 초등과학 영재에게 미치는 효과에 대해 조사한 연구에서, 창의적 인성 및 과학적 태도에 효과가 있었다고 보고하였다. 특히 창의적 인성의 하위 요소 중에서는 독립성, 과학적 태도에서는 자발성과 인내심에서 유의미한 상승을 보였다.

이와 같이 영재 교육에 STEAM 교육을 적용하는 연구들은 주로 창의적 문제 해결력이나 사고력, 창의성 관점에서 접근하고 있고, 과학적 태도나 정서적 측면에 관한 연구도 일부 진행되었으며, 그 결과는 대부분 긍정적인 것으로 나타났다. 영

재 학생들의 경우, STEAM 교육 프로그램에서 더욱 높은 흥미를 느끼게 되고, 이를 통해 자기주도적 학습 능력이나 학습에 대한 몰입도(강호감, 김태훈, 2014)가 높아지고 성취감(김권숙, 최선영, 2012)과 도전 의식(강희선, 서혜애, 2013) 등이 유발되면서 긍정적 효과가 나타났다고 볼 수 있을 것이다.

## (2) STEAM 교육에 대한 교사의 인식

STEAM 교육이 학교 현장에서 효과적으로 이루어지기 위해서는 교사들이 STEAM 교육에 대해 긍정적 인식을 갖고 적극적으로 수업을 계획하고 실행하려는 의지가 매우 중요하다. 또한 STEAM 교육의 의미와 방법, STEAM 수업 유형, STEAM 수업 사례 등을 다루는 교사 연수가 강화될 필요가 있다. 이에 STEAM 교육에 대한 초·중등 교사들의 이해도나 인식, 신념, 연수에 대한 만족도, 교사들이 STEAM 수업의 전·중·후에 겪는 어려움 등을 조사하는 연구들이 수행되었다.

신영준과 한선관(2011)은 STEAM 교육 관련 설문지를 개발하여 초등 교사들의 STEAM 교육에 대한 인식을 조사하였다. 설문은 STEAM 교육에 대한 기초 이해도와 필요성, 초등교육에 미치는 영향, STEAM 수업 실행 의향, 실현 가능성, STEAM 교육에 필요한 교사의 능력, 근무 학교 환경에 따른 실현 가능성, 교사 연수의 필요성, 연수 참여 의향 등의 내용으로 구성되었다. STEAM 교육 초기에 이루어진 연구였으므로 초등 교사들의 이해도는 낮은 편이었으나 STEAM 교육이 필요하며 초등교육에 긍정적인 영향을 미칠 것이라고 인식하였다. 그러나 STEAM 관련 업무와 수업에 참여할 의향은 적었고 STEAM 교육을 어려워하며 근무 학교는 아직 STEAM 교육을 적용할 준비가 안 되어 있다고 인식하는 등 부정적인 견해가 많았다. 따라서 STEAM 교육에 대한 효율적인 정책 실행과 연수 실시 등을 통해 교사들의 공감을 높여나가는 것이 중요하다고 제언하였다.

금영충과 배선아(2012)는 STEAM 교육에 대한 초등 교사의 인식을 조사하였는데, 초등 교사들은 대체로 STEAM 교육이 필요하다고 생각하고 있었으나 STEAM 교육을 적용한 경험이 있는 교사는 매우 적었다. STEAM 교육 적용 시에 겪는 어려움에 대해서는 자료 준비의 어려움이 가장 많았으며 STEAM 교육의 방향은 실생활과 밀접하고 창의적 사고력 및 문제 해결력을 향상할 수 있어야 한다는 의견이

많았다. 또한 STEAM 교육은 실생활과 관련한 활동 중심의 통합으로 이루어져야 하고, 창의적 설계 및 문제해결능력을 함양할 수 있어야 한다는 것을 가장 크게 요구하는 것으로 나타났다.

한혜숙과 이화정(2012)은 STEAM 교육을 실행한 경험이 있는 초·중등 교사들의 STEAM 교육에 대한 인식과 요구에 대해 조사하였다. 연구 결과, 교사들은 STEAM 교육에 대해 자신들의 이해도가 높다고 생각하고 있었으나 일부 다른 교육의 특성과 혼동하고 있는 교사들도 있었고, STEAM 수업의 효과에 대해서는 긍정적으로 인식하지만, 수업의 준비나 자신감이 부족하다고 생각하는 경우도 있었다. 또한 STEAM 교육의 정착을 위해서는 STEAM 교수·학습 프로그램의 보급과 STEAM 교육에 대한 연수나 전문가 컨설팅이 필요하다고 응답하였다. 한편 STEAM 수업을 여러 번 실시한 교사일수록 이해도나 필요성 인식도, 수업 효과 만족도 등이 높아지는 것으로 나타났으므로 교사들이 STEAM 교육 실행의 의지를 가질 수 있도록 STEAM 수업의 장점을 느낄 수 있는 교사 체험의 기회를 확대해야 한다고 주장하였다.

강창익 등(2013)은 STEAM 교육 프로그램을 적용해 본 경험이 없는 중등 교사를 대상으로 STEAM 교육에 대한 인식과 연수 만족도를 조사한 결과, STEAM 교육에 대한 기본적 내용은 알고 있으나 인식 수준은 높지 않았고, STEAM 교육이 과학반 활동에 활용되는 것이 적합하다고 응답하였다. 또한 직무 연수 기회가 주어진다면 참여하겠다는 교사의 비율이 41.7%에 불과해 교사들이 연수에 대해 적극적인 참여 의지를 가지지 않음을 알 수 있었다.

이지원 등(2013)은 STEAM 심화과정 연수를 이수하고 교수·학습 자료 개발 및 현장 적용을 경험한 초등 교사들의 인식을 조사하였다. 교수·학습 자료 개발 시에 교사들은 내적으로는 개발에 대한 부담감을, 외적으로는 시간적 부담이나 자료의 부족을 가장 큰 어려움으로 꼽았고, 연수의 자료를 참고하여 수업 자료를 만들었다는 응답이 54.5%로 가장 많았다. 교수·학습 자료 적용 시에는 STEAM 교육에 대한 전문성 부족이나 교과 간 관련성에 대한 연구 부족을 가장 큰 내적 어려움으로 들었고, 수업 시간 확보나 관련 자료의 부족, 예산 부족 등을 여건 상의 주요 어려움이라 응답하였다. 또한 교육적 효과에 대해서는 학생들의 창의적 사고력이 발달되고 흥미를 높일 수 있다고 인식하는 비율이 가장 높았고, 학생들의 반응이 매우 긍

정적이라고 인식하였다. STEAM 교육이 초등 교육에 긍정적인 영향을 줄 것이라는 응답이 86.2%를 차지해, STEAM 교육의 효과에 대한 교사들의 인식은 전반적으로 긍정적이었다. 그러나 학생 수준에 맞지 않고, 교육과정 편성이 어려우며 업무 부담이 증가된다는 등의 부정적인 의견을 지닌 교사들도 있었다.

임수민 등(2014)은 초등 교사들을 대상으로 STEAM 교육의 현장 적용에 대한 인식을 조사하였다. 연구 결과, 대부분의 교사들은 STEAM 교육을 연수나 대학원 수업을 통해 접하였고, 의미와 목적에 대해 잘 알고 있었다. 그러나 STEAM 교육에 대한 부정적 인식도 있었고, 필요성을 크게 느끼지 못하는 경우도 많았다. 또한 교사들은 STEAM 교육을 적용하는 적절한 방법을 알지 못해 STEAM 수업을 실행하지 못하는 경우가 많았고, 이와 관련하여 사용하기 쉬운 방법의 자료 개발에 대한 요구가 매우 높게 나타났다. STEAM 수업의 효과에 대해 부정적 인식도 많았는데, 학생들이 STEAM 수업의 내용과 교과서의 내용을 잘 연결 짓지 못하므로 이에 대한 개선점이 필요하다고 하였다.

노희진과 백성혜(2014)는 설문 조사와 심층 면담을 통해 STEAM 교육을 실행한 중등 교사들의 인식을 알아보았다. 연구 결과, STEAM 수업은 실생활 연결, 학생 중심의 협력 활동, 기술과 공학의 도입 등이 강조된 수업이라고 인식했고, 팀티칭의 형태로 진행하는 것이 가장 적합하다고 생각하였다. 또한 교과 간의 연계나 교육과정을 재구성하여 운영해야 하는 것, 평가에 반영하는 것 등이 어려운 점이라고 응답하였다. 그러나 중등교육에서 STEAM 교육을 실행 비율을 증가되어야 한다고 인식하고 있어, 교사 내·외적으로 많은 노력이 필요해야 함을 알 수 있었다.

이정민과 신영준(2014)은 개방형 설문을 통해 초등 교사들이 STEAM 수업을 실행할 때 겪는 어려움을 분석하였다. 수업 전에는 주제 선정이나 교재 제작에 어려움을 느끼는 경우가 64%였고, 수업 중에는 모둠 활동의 지도가 어렵다는 의견이 16%, 평가나 동료 교사와의 비교에서 오는 어려움이 20% 등이었다. 이에 STEAM 교육에서는 학생이 주도적인 활동이 이루어져야 하고, 정부는 STEAM 수업에 대한 지도서나 흥미 유발 자료를 보급하여 교사들을 지원해야 하며, 수업에 실제로 도움이 되는 내용이 중심이 된 교사 연수가 실시되어야 한다고 제언하였다.

김영민 등(2016)은 STEAM 심화과정 연수에 대한 초·중등 교사의 인식 및 교육 요구도를 분석하였다. STEAM 심화과정 연수에 이미 참여했거나 참여를 희망하고

있는 교사들이 연구에 참여하였는데, STEAM 교육을 위한 자료 준비를 가장 어렵고, 학교 현장에 STEAM 교육의 적용이 잘 되고 있지 않다고 인식하였고, STEAM 교육의 필요성과 교육적 효과에 대해서는 높게 인식하고 있었다. 또한 STEAM 심화 연수에서 학교 현장적용 연수는 물론, 컨설팅단을 통한 수업 방법 및 적용에 대한 자문이 필요하다고 응답하였다.

이 외에도 STEM과 STEAM 교육에 대한 중등 교사의 인식과 요구를 조사한 연구(이효녕 등, 2012), 과학-예술 통합의 STEAM 수업을 진행하는 초등 교사들의 인식을 조사한 연구(문지영 등, 2013), 중학교 교사들이 나노과학 기반의 STEAM 프로그램을 개발하는 과정에서 겪는 어려움을 조사한 연구(손미현 등, 2016), STEAM 심화과정 교사 연수에 참여한 교사들의 STEAM에 대한 인식을 학교급 별로 비교한 연구(유정숙 등, 2016) 등의 선행 연구가 진행되었다.

이와 같은 연구들의 결과를 종합해 보면, 교사들은 대체적으로 STEAM 교육의 필요성과 효과에 대해서는 긍정적으로 인식하고 있으나, STEAM 교육을 실행하는데 두려움을 갖거나 실행 시 많은 어려움을 느낀다는 것을 알 수 있다.

한편 Salami *et al.*(2017)은 과학과 수학 교육과정에 공학과 기술 개념을 통합하는 STEM 교육은 학생들의 관심을 증가시키는데 이때 교사의 준비가 중요한 영향을 미칠 수 있다고 보았다. 이에 교사들의 STEM 교육 전문성 신장을 위한 워크숍을 실시하여 참여 교사 12명의 인식과 태도의 변화를 조사하였다. 연구 결과 STEM 교육에서 공학 설계와 같은 경험을 충분히 하지 못하는 것이나 학생들의 요구나 주정부의 표준안을 충족시켜야 한다는 것이 가장 어려운 점이며, 예산이나 시수의 부족 등이 중요한 문제점으로 지적되었다. 또한 이러한 STEM 교육에 대한 인식이 긍정적인 교사일수록 워크숍에 적극적으로 참여하여 팀원과 의사소통하게 되고 STEM 교육에 대한 태도도 더욱 향상될 수 있는 것으로 나타났다.

Radloff & Guzey(2016)는 STEM 교육이 효과적으로 실행되기 위해서는 STEM 교육자의 역할이 중요하므로 예비교사들이 STEM 교육을 어떻게 개념화하는 지에 대해 연구하였다. 예비교사들은 STEM의 개념을 쉽게 이해하지 못하였고, STEM 교육은 정부 주도적이고 어린이들이 이해하기에 힘들다는 인식이 많았다. Radloff & Guzey(2016)는 이러한 연구 결과를 바탕으로 하여 STEM 교육자의 이해를 돕기 위해 STEM을 시각화하여 표현하는 것을 제안하면서, STEM 시각화가 예비 STEM 교

육자들이 STEM 교육의 개념을 내면화하는 데 큰 도움을 줄 수 있을 것이라고 주장하였다.

STEM이나 STEAM 교육이 강조되고 다양한 긍정적 효과도 보고되고 있으나 이에 비해 STEM이나 STEAM 교육에 대한 교사들의 긍정적 인식은 아직까지도 부족한 실정이다. 따라서 STEM이나 STEAM 교육이 활성화되기 위해서는 교사들의 인식을 개선할 수 있는 다양한 노력이 지속되어야 할 것이다.

### (3) STEAM 교육에 대한 교사교육

교사들의 STEAM 교육 전문성을 신장시키기 위한 교사교육 관련 선행 연구들은 많이 수행되지는 않았으나, 본 논문과 밀접하게 관련되므로 몇 가지의 선행 연구를 정리하고자 한다.

손연아(2012)는 예비과학교사들이 과학과 예술의 융합이 중심이 된 STEAM 수업을 준비하고 시연하는 과정에서 나타나는 인식 변화를 분석하고, 수업 준비 시의 어려움과 수업의 장단점, 과학적 소양과 예술적 감성을 분석하였다. 연구 결과, 예비과학교사의 인식이 긍정적으로 변화하였고 STEAM 수업에서 초점을 맞추어야 하는 부분도 STEAM 교육의 목표와 부합하는 것으로 변화하였다. 또한 과학적 소양과 예술적 감성 및 STEAM 수업 전문성에 있어서도 긍정적인 결과가 나타났다.

한혜숙(2015)은 코티칭 전략을 활용하는 STEAM 수업의 실행이 예비수학교사들의 STEAM 교육 역량에 미치는 영향과 적용 가능성에 대한 인식을 조사하였다. 연구 결과, 코티칭 전략을 활용한 STEAM 세미나 수업은 예비수학교사들의 역량 강화에 긍정적인 영향을 주었고 예비수학교사들은 이 전략이 유용하다고 인식하였다.

이지원 등(2017)은 예비교사가 교사들과 함께 STEAM 수업을 구성하고 적용한 후에 자신들의 지도역량 변화에 대하여 어떤 인식을 갖는지를 조사하였다. 예비교사들은 전반적으로 STEAM 수업을 구성하여 현장에 적용해 본 경험을 통해 자신의 지도 역량이 향상되었다고 인식하였고, 단계별로는 수업의 준비 단계에서는 창의성 지도 역량이, 수업 수행 단계에서는 문제해결력과 협업 지도역량이 주로 향상되었다고 응답하였다. 그러나 이론 학습과 반성 단계에서는 향상되었다는 인식이 다소 낮은 것으로 나타났다.

현은령(2017)은 STEAM 교육 프로그램에 참여한 공학계열 전공 예비교사들을 대상으로 STEAM 교육에 대한 이해도와 인식 변화를 조사하였는데, 프로그램 실시 후에 전반적으로 향상된 것으로 나타났다. 특히 공학계열 전공 예비교사들은 STEAM 교육에 대한 필요성을 높게 인식하고 있었고, 참여 의지가 가장 높았다. 또한 현장교사들과 협의를 많이 할수록 STEAM 교육에 대한 이해도와 인식도도 높아진다고 보고하였다.

STEAM 교육에 대한 예비교사 교육 프로그램을 개발한 연구(백성혜 등, 2012; 신동희 등, 2012; 신영준 등, 2012)도 진행되어, 교육대학이나 사범대학의 교육과정 내에 편성할 수 있는 효과적인 STEAM 교육 프로그램이 제안되기도 하였다.

한편 STEM 교육에 대한 교사교육 프로그램을 적용하고 효과를 조사하는 연구들도 수행되었다. Nadelson *et al.*(2013)은 STEM 수업에 대한 교사들의 준비도와 STEM 교육에서의 학생 성취도가 밀접한 관련이 있다는 관점에서, 탐구 기반 STEM 교육에 대한 초등 교사의 전문성을 개발하기 위하여 SySTEMic solution 프로젝트를 개발하여 적용하였다. 연구 결과, 프로젝트에 참여한 초등 교사들의 STEM 교육과 관련된 지식, 자신감, 교수 효능감 등이 크게 향상되는 것으로 나타났다.

Han *et al.*(2015)은 STEM 교육에 프로젝트 기반 학습을 적용한 STEM PBL 교사 전문성 신장 프로그램의 효과를 조사하였다. 교사가 STEM PBL을 제대로 구현하지 못하면 학생들에게 부정적인 영향을 줄 수도 있으므로 교사의 전문성이 매우 중요하다. 그러나 교사가 STEM PBL을 잘 이해하는 것과 교실에서 효과적으로 수행하는 것은 다를 수 있으므로 이 차이를 줄이기 위해 지속적으로 교사가 중심이 되는 STEM PBL이 수행될 필요가 있다고 주장하였다. 또한 학생들의 준비 상태도 동시에 측정할 수 있는 검사 도구를 개발하는 추가 연구도 제안하였다.

Schmidt & Fulton(2016)은 초등학교에서 STEM 교육이 많이 적용되고 있는 반면 초등 예비교사교육에서 STEM 교육이 많이 고려되지 못하므로 STEM 교육에 초점을 둔 교사교육의 필요성을 주장하였다. 이에 기존 수업 내에서 전통적인 탐구 기반의 과학 학습 요소를 STEM으로 바꾸어 도입하는 방법을 제안하였고, 연구의 결과가 전통적 탐구 기반 수업 활동을 STEM으로 변형시키는 데 도움을 줄 것이라 기대하였다.

Radloff(2017)도 STEM 교육이 효과적으로 시행되지 못하는 것은 시간이나 지원



의 부족뿐만 아니라 STEM 교육에 대한 교사교육이 부족하기 때문이라 보았다. 이에 예비교사의 STEM 교육 전문성을 신장시킬 수 있는 방안을 제시하기 위해 예비교사가 STEM 수업 동영상 분석하고 반성하는 활동이 STEM 교육에 대한 개념 변화에 어떠한 영향을 미치는 지를 조사하였다. 연구에 참여한 2명의 초등 예비교사는 연구자가 제공한 STEM 수업 동영상들을 보면서 교사, 학생, 평가, STEM 예시의 4가지 측면에서 내용을 분석하였고, 동영상의 수업이 STEM 교육에 해당하는지, 어떤 STEM 요소가 효과적으로 나타났는지 등에 대해서도 정리하였다. 연구 결과, 처음 분석에서는 STEM의 각 분야 내용에만 초점을 맞추었던 예비교사가 마지막에는 분야와 관련된 활동에 관심을 두게 되었고 학생의 참여나 상호작용, 교사의 촉진자 역할 등을 강조하게 되었다. 또한 STEM 교육의 효과에 대해 확신하지 못했던 예비교사는 동영상 분석 활동 후에 STEM 교육과 관련된 학생 활동에 많은 관심을 보이게 되었다. 즉, 비디오 분석 활동이 예비교사들의 STEM 교육에 대한 이해와 인식을 긍정적으로 향상시킬 수 있으므로, 이러한 활동을 예비교사 프로그램에서 진행하는 것을 제안하였다.

이처럼 STEM이나 STEAM 교육이 효과적으로 구현되기 위해서는 교사의 이해와 긍정적 인식, 실천 의지가 선행되어야 하므로 예비교사나 현직교사들의 STEAM 교육 전문성과 인식을 향상시킬 수 있는 다양한 내용과 방식의 교사교육 프로그램에 대한 연구가 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

## 2. 교사 전문성

교사의 전문성에 대한 연구는 주로 교사의 전문적 지식 측면에서 이루어졌는데, 특히 교수학적 내용 지식(PCK)이 활발히 연구되고 있다. 더불어 교사의 수행 능력 측면에서는 교사가 수업의 전반을 효과적으로 계획하고 실행하는 능력을 조사할 필요가 있는데, 교육과정 자료를 활용하여 교수를 설계하는 능력인 교수 설계 능력(PDC)이 교사의 교수 활동을 분석하는 도구로서 주목받고 있다(Beyer & Davis, 2012; Brown, 2009; Forbes & Davis, 2008). 본 논문에서는 예비교사들이 STEAM 교육에 대한 전문성을 갖추도록 하는 것을 하나의 목표로 설정하였으므로, 이 절에서 PCK와 STEAM-PCK, PDC에 대해 알아보고 예비교사교육에 PCK와 STEAM-PCK, PDC를 적용한 선행 연구를 정리하였다.

### 2.1 교수학적 내용 지식(PCK)

#### (1) PCK의 개념과 구성 요소

교사는 교과내용을 깊이 있게 이해하고 있어야 함은 물론, 교수 절차와 교수 전략을 개발하고 적용하여 효과적으로 수업을 운영할 수 있어야 한다. 1980년대 이전까지는 교사의 전문성을 교과내용지식과 교육학(교수법) 지식으로 나누어 따로 접근하였으나, Shulman(1986, 1987)은 교과내용지식과 교육학 지식을 결합시켜 PCK라고 하고, ‘특정 내용을 특정 학생들의 이해를 도울 수 있도록 가르치는 방법에 대한 교사의 지식’이라고 정의하였다. 이후 PCK의 개념은 다른 연구자들에 의해 계속적으로 수정되고 발전되었고, 현재까지도 PCK에 대한 논의는 계속되고 있다. Carter(1990)는 교사가 교과내용지식을 학생들이 이해할 수 있는 형태로 변형하는데 필요한 지식이라고 정의하였다. Geddis *et al.*(1993)도 PCK란 교과내용을 학생들이 이해하기 쉬운 형태로 변환시키는 데 이용되는 지식이라고 하였다. 이외에도 많은 연구자들이 PCK를 다양하게 정의하였다.

이처럼 여러 연구자들이 정의하는 PCK는 약간의 차이가 있지만, 공통적으로 교

사의 전문성을 나타내는 지식으로 PCK를 강조하고 있고, 교사를 양성할 때 PCK의 함양이 반드시 필요하다고 주장하고 있다.

교수 지식의 범주에 대해 연구하면서 PCK와는 다른 용어를 제안한 경우도 있다. Cochran *et al.*(1993)은 일반교육학 지식, 교과내용 지식, 학습자에 관한 지식, 상황 지식들을 통합적으로 이해하는 것이 PCK의 발달에 긍정적 영향을 준다고 하였고, 특히 구성주의적 입장에서의 지식의 역동성과 상황 맥락을 강조하여 PCKg(pedagogical content knowing)라는 개념을 제안하기도 하였다. Barnet & Hodson(2001)은 교육적 지식과 사회적 지식의 맥락을 강조하면서 PCxK(pedagogical context knowledge)라는 용어를 사용하였다. Hashweh(2005)는 내용 지식이란 가르치는 데 필요한 지식들의 모음으로 보고, 경험에 의해 PCK가 발달할 수 있다고 강조하면서 TPCs(teacher pedagogical constructions)라는 용어를 사용하기도 하였다. 비록 이들 연구에서 사용한 용어는 서로 다르나, 결국 교과 내용 지식을 효과적으로 전달하는 방법이라는 Shulman의 PCK의 개념을 기반으로 하였다.

PCK를 구성하는 요소도 다양하게 제시되었다. Shulman(1987)은 PCK를 교과내용 지식, 일반교육학 지식, 상황 지식, 교육과정에 관한 지식, 교육 결과와 목적, 가치에 관한 지식 등과 함께 교사의 지식을 구성하는 요소 중 하나로 제안하고, PCK의 하위 요소에 교수전략에 관한 지식과 학습자에 관한 지식이 있다고 보았다. Tamir(1988)는 교사의 지식을 구성하는 요소로 교과내용 지식과 일반교육학 지식, PCK가 있고, PCK에는 교수전략에 관한 지식, 학습자에 관한 지식, 교육과정에 관한 지식이 있다고 보았고, Marks(1990)는 교과내용 지식이 PCK의 하위 요소가 되어야 한다고 주장하였다. Grossman(1990)은 교수 전문성에는 일반 교수법 지식, 교과내용 지식, 상황 지식, PCK가 있고, 이중 PCK는 교육과정에 관한 지식과 교육 결과와 목적, 가치에 관한 지식, 교수 전략에 관한 지식, 학습자에 관한 지식의 하위 요소로 구성되어 있다고 설명하였다. Hashweh(2005)는 교사가 갖추어야 할 모든 지식을 PCK로 보고, 교과내용 지식, 교수전략에 관한 지식, 학습자에 관한 지식, 교육과정에 관한 지식, 상황 지식, 평가에 관한 지식 등을 모두 PCK의 요소라고 하였다. Park & Oliver(2008)는 PCK의 하위 요소로 교수전략에 관한 지식, 학습자에 관한 지식, 교육과정에 관한 지식, 평가에 관한 지식을 들었고 교과내용이나 일반교육학, 교육 상황 등은 특별히 논의하지 않았다. 외국 연구들뿐만 아니라 국내에서 진행된

PCK 관련 연구에서도 연구자들마다 PCK의 하위 요소를 서로 다르게 제시하고 있다. 이 중 일부 연구자들은 교육과정에 관한 지식을 교과내용에 관한 지식까지 포함하는 넓은 의미로 보기도 하였다.

이와 같이 교사의 지식에 필요한 요소와 PCK의 구성요소에 대한 다양한 제안이 있고, 연구나 교과 성격에 따라 PCK에 대한 정의와 구성요소가 통일되기는 어렵다(이연숙, 2006). 그러나 공통적인 것은 PCK가 여러 가지 지식들이 서로 다양하게 상호작용하면서 생성되는 것이며, 교사의 전문성을 나타내는 지표로 볼 수 있다는 것이다.

## (2) STEAM-PCK

본 논문에서는 교사의 STEAM 수업 실행에서 나타나는 PCK, 즉 STEAM-PCK를 조사하였으므로 관련 선행 연구를 살펴볼 필요가 있다. 국외에서는 STEM이나 STEAM 교육에서 나타나는 PCK를 구체적으로 정의한 연구는 매우 드물다. Townsend *et al.*(2016)은 STEM 프로젝트를 수행하는 교사들의 PCK 향상을 조사하였는데, 일반적인 과학 교사의 PCK로 분석하였고 STEM 교육에 관한 PCK를 도입하지는 않았다. 반면 국내에서는 STEM-PCK와 STEAM-PCK를 도입하는 연구가 수행되었다.

오희진(2012)은 STEM 교육에 대한 교사 전문성을 STEM-PCK라 정의하고 과학 교사의 STEM 교육 실천에서 나타나는 STEM 교육에 대한 관심도의 변화와 STEM-PCK의 구성 요소 및 변화 과정을 분석하였다. 이 연구에서는 STEM 교육에 대한 교사의 관심도를 높이기 위해서는 행정적 지원과 교사의 교류를 확대할 필요가 있다고 주장하였다. 또한 STEM-PCK는 교과내용 지식, 교육과정 지식, 교수전략 지식, 학습평가 지식, 학습자 이해 지식, 상황 지식의 6가지 하위 요소들로 이루어 지는데, STEM 프로그램 개발에서는 주로 교과내용 지식, 교수전략 지식, 학습자 이해 지식에 집중되는 경향이 있으나, STEM 프로그램의 실행 단계에서는 상황 지식이 매우 중요하게 작용하는 것으로 나타났다. 이는 프로그램의 적용이 교사 외부의 요인으로 인해 쉽게 이루어지지 않았기 때문이므로, 시설 및 공간의 효율적 활용과 학교의 바람직한 풍토 및 동료 교사와의 활발한 교류가 필요함을 제안하였다.

김방희와 김진수(2013)는 STEAM 교육과 PCK에 대한 문헌 연구를 토대로 STEAM 교육에서 발현되는 교사의 PCK 유형을 분석하기 위한 분석틀을 개발하였다<표 6>. 김방희와 김진수(2013)의 STEAM-PCK도 오히진(2012)과 마찬가지로 6개의 하위 요소로 구성되어 있으며, 그 중 내용 지식이나 교육과정 지식 요소에서 STEAM 교육의 특징이 명시적으로 드러나 있다. 또한 교수방법 지식이나 학습자 지식, 평가 지식 요소에서는 STEAM 교육이 강조하는 학습자 중심 활동과 관련된

<표 6> STEAM-PCK(김방희, 김진수, 2013)

STEAM 교육의 목표		창의적 문제해결 력 신장	의사소통 및 배려와 감성	융합적 지식의 창출
수업 전문성 요소				
내용 지식	<ul style="list-style-type: none"> <li>STEAM 교과 내용의 이해 지식</li> <li>STEAM 교과 내용의 연계에 대한 지식</li> <li>실생활 활용을 기반으로 한 학습 내용의 구성 지식</li> </ul>			
교육과정 지식	<ul style="list-style-type: none"> <li>STEAM 교과 교육과정의 내용 이해</li> <li>교육과정 구조화 및 재구성</li> <li>연속적으로 연계되는 교육에 대한 이해</li> </ul>			
교수방법 지식	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제 정의 및 아이디어 발현 유도</li> <li>협력학습 유도</li> <li>교사-학생의 상호작용</li> <li>학습자 주도적 학습</li> <li>학습 방법 진단</li> <li>활동의 유형 선정</li> </ul>			
학습자 지식	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습자의 경험과 선개념의 이해</li> <li>오개념, 난개념 파악</li> <li>학생의 행동변화 진단</li> </ul>			
상황 지식	<ul style="list-style-type: none"> <li>수업 내용에 따른 시간 배분 및 공간 조직</li> <li>수업 자원 및 매체의 선택</li> <li>협력학습 규모 및 특성 파악</li> <li>동료 교사와의 협력</li> </ul>			
평가 지식	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제 해결 과정에 대한 다양한 평가 방법 선정</li> <li>내재적/외재적 보상</li> <li>자기 평가 및 동료 평가 활용</li> <li>평가 내용의 피드백</li> </ul>			

내용들이 포함되어 있다. 특히, 상황 지식 요소에서는 교사의 개인적 측면이 아닌 교사의 STEAM 수업 실행을 둘러싼 배경적 요인에도 초점을 맞추고 있음을 알 수 있다.

이와 같이 STEM이나 STEAM 교육에서의 교사 전문성을 PCK의 관점에서 분석하는 연구들이 이루어졌으며, 여러 하위 요소 중 상황 지식이 STEM이나 STEAM 교육에 중요한 요소로 작용할 수 있음을 알 수 있다.

### (3) PCK와 예비교사 교육

PCK는 교사가 갖추어야 할 전문성이므로 교사를 양성하는 과정에서부터 PCK를 함양할 수 있는 교육이 이루어질 필요가 있고, 예비교사가 스스로 PCK를 정립해 나갈 수 있는 기회를 주는 것이 중요하다(Nilsson & Loughran, 2012). 이에 예비교사의 PCK에 관한 연구들이 많이 이루어졌다.

고상숙 등(2011)은 예비수학교사의 신념에 따른 PCK의 관련성에 대해 조사하였는데, 연구 결과 수학 교수에서 지식 전달을 중시하는 신념을 가진 예비교사의 PCK에서는 수학 내용에 대한 지식이 높게 나타났고, 의사소통을 중시하는 신념을 가진 예비교사의 경우에는 학생에 대한 지식이 높게 나타났다. 반면 수학 학습에서 학생 스스로의 역량을 중시하는 예비교사는 학생에 대한 지식이 낮게 나타났다. 즉, 예비수학교사들이 수학의 본질에 대해 갖고 있는 신념이 PCK에 서로 다른 영향을 주었으며, 수학 교수-학습에 대한 신념과 PCK도 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 따라서 예비교사의 PCK를 향상시키기 위해서는 수학교육에 대한 신념이 바른 방향으로 정립되어야 하고 이를 위해서는 사범대학의 교육과정이 개편될 필요가 있다고 주장하였다.

김경순 등(2011)은 중등예비과학교사가 수업을 계획하고 시연하는 과정에서 나타나는 PCK를 조사하였다. 연구 결과, 과학 수업 계획 시에는 교수 전략과 학습자의 측면은 대부분의 예비교사가 고려한 반면, 교육과정이나 평가 측면은 일부만이 고려한 것으로 나타났다. 또한 예비교사들은 주 활동 선정 시, 학습자의 인지 수준이나 흥미를 반영한 것으로 나타났으나 오개념을 고려한 예비교사는 거의 없었다. PCK는 실제 수업에서 반성과 적용을 통해 점진적으로 발달하는 지식이므로, 예비

교사들이 어려움을 겪을 수밖에 없다. 따라서 이를 해결하기 위해서는 예비교사가 수업 실행의 경험을 직간접적으로 가지도록 하고, 그 과정에서 나타나는 문제점을 파악하고 해결방안을 찾는 등의 반성적 활동을 지속적으로 수행해 보는 것이 필요하다고 주장하였다.

김병수(2013)는 국어 수업에서 나타나는 예비교사와 경력교사의 PCK를 조사하여 비교하고 분석하였다. PCK 분석은 내용과 방법, 상황의 세 가지 측면에서, 총 6가지 분석 요소(지향점, 교과내용, 교수학습방법, 평가, 학생지식, 환경)를 바탕으로 진행하였다. 연구 결과, 예비교사는 의사소통 능력의 신장을 중요시하고 교과서 중심의 수업 이해, 심리학적 발달에 기반을 둔 학생 이해, 매체 친화적인 특징을 보였다. 경력 교사는 국어 문화나 가치 등의 다양한 측면을 수업의 지향점으로 삼았고, 교육과정을 중요시하고 모둠 활동을 강조하거나 교과 발달에 기반을 둔 학생 이해, 실제 상황을 고려한 환경의 이해 등의 입장을 보였다.

이영민과 허진휴(2013)는 예비교사들의 끊는점 오름에 대한 내용표상화(CoRe) 활동과 모의수업 실행에서 나타나는 PCK의 특징을 조사하였다. CoRe는 교수 핵심 내용의 수준과 특성에 관한 교사들의 PCK를 이해하기 위한 질문으로 이루어져 있어서, 이를 통해 예비교사나 교사의 PCK를 분석하고 평가할 수 있다. 연구 결과, 대부분의 예비교사는 끊는점 오름에 대한 개념적인 이해를 중시하였고, 일부는 현상을 과학적 시각으로 이해하고 수식을 도구로 사용하며 실생활에 적용되는 경험을 통해 학습 동기를 얻게 하는 과학 교수 지향도 보였다. 학생 이해에 대한 지식은 부족한 것으로 나타나, 예비교사 교육과정에서 학생들의 오개념 자료 등을 적극적으로 활용할 필요가 있음을 알 수 있었다. 또한 교수 전략과 평가에 대한 지식도 피상적으로 표현되었는데, 실제 연계 방법을 고민하기 보다는 순환학습과 발견학습과 같은 모형의 적용만을 언급하고 일반적 평가 방법만을 나열하는 것으로 나타났다.

주희선(2014)은 예비중등음악교사들의 PCK를 조사하고, 교육실습 경험 여부와 모의수업 경험 여부에 따른 PCK의 차이를 비교하였다. 연구 결과, 예비음악교사들의 PCK는 교육과정 지식과 평가 지식에서 낮게 나타났으며, 환경상황 지식은 비교적 높은 것으로 나타났다. 또한 교육실습을 경험한 예비교사 집단의 PCK가 교육실습을 경험하지 못한 집단보다 유의미하게 높았다. 그러나 모의수업 경험 여부에 따른 PCK의 차이는 없는 것으로 나타났다. 이에 교육실습을 통해 PCK의 향상이 극

대화될 수 있도록 노력하여야 함을 주장하였다.

이창현과 강남화(2014)는 중등예비물리교사에게 PCK를 개발할 기회가 얼마나 제공되고 PCK가 교수 실천에서 얼마나 드러나는지를 알아보았다. 연구 결과, PCK의 중요성은 강조되고 있으나, 각 요소가 균형 있게 다루어지지 않고 있음을 알 수 있었다. 즉, 물리 교과에 관한 지식, 물리 교수방법에 관한 지식은 강조되고 있었으나, 물리 교수의 지향과 물리 학습평가 및 학습맥락에 관한 지식은 거의 다루어지지 않고 있었다. 따라서 실제 교사들도 이와 유사한 부분에서 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다.

Nilsson & Loughran(2012)은 예비 초등 과학교사들의 CoRe 활동에서 나타나는 PCK의 발달 정도를 분석하였다. 예비교사들은 CoRe를 지속적으로 수행하는 과정에서 PCK에 대한 내용을 연습할 수 있는 기회를 갖게 되므로, CoRe 활동이 예비교사의 PCK 향상에 긍정적인 영향을 주는 도구가 될 수 있음을 강조하였다.

Thomson *et al.*(2017)은 수학과 과학 교육과 관련된 예비교사의 PCK와 교수 효능감의 관계를 양적 및 질적으로 탐색하였다. 정량 연구의 결과에서 예비교사의 PCK와 교수 효능감과의 상관 관계는 유의미하게 나타났고, 면담 분석을 통해서도 이전의 학업 경험과 수학 및 과학 교육에 대한 PCK, 교수 효능감 등의 요인들이 서로 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다. 따라서 교과 내용에 대한 지식을 학습하는 것도 중요하지만, 교수법이나 동료 및 학생들과의 상호작용 등과 같은 다양한 요소를 포괄하는 PCK를 개발하는 교육이 예비교사에게 매우 필요하다고 주장하였다.

Zhou *et al.*(2016)은 예비과학교사들이 뉴턴 제 3법칙에 대한 수업을 할 때 나타나는 PCK에 대해 조사하였는데, PCK의 여러 하위 요소 중에서도 학습자에 관한 지식에 초점을 맞추어 연구를 진행하였다. 연구 결과, 대부분의 예비과학교사들이 학습자에 관한 지식이 부족하여 고등학생의 문제 해결력을 과소평가하거나 학생들이 갖고 있는 뉴턴 법칙에 대한 오개념을 간과하기도 하였다. 이에 예비교사교육에서 예비교사들이 학생들이 갖는 오개념 등의 다양한 학습자 정보를 파악할 수 있도록 도와주어야 함을 강조하였다.

이처럼 예비교사의 PCK에 대한 연구는 국내외에서 다양하게 수행되고 있다. 예비교사단계에서 PCK의 정립은 매우 중요하므로, 예비교사의 PCK에 대한 연구는 지속적으로 이루어져야 한다. 특히 다양한 상황과 교과에서 예비교사의 PCK를 구



성하는 요소를 추출하거나, 예비교사의 PCK 요소가 어떻게 나타나는지, 예비교사의 PCK를 향상시킬 수 있는 방안은 무엇인지 등에 대한 연구가 계속 수행될 필요가 있다.

## 2.2 교수 설계 능력(PDC)

### (1) 수업설계능력과 교육과정 재구성

교사의 전문성은 결국 수업과 관련하여 나타나므로, 전문성 향상을 위한 노력으로 교사의 수업설계능력을 분석하고 향상시키기 위한 방안에 대한 연구가 수행되고 있다. 이때 수업설계능력은 단순히 수업 상황과 수업의 결과에서 나타나는 것이 아닌, 수업을 계획하는 과정과 수업을 실행하고 평가하는 일련의 과정을 통해 나타나는 것을 의미한다(Moallem, 1998). 학교 현장의 교사들은 수업설계능력의 향상을 위해 다양한 연수를 이수하거나 연구 수업 등을 하면서 지속적으로 노력을 기울이고 있다.

예비교사에 있어서도 수업설계능력은 핵심적인 역량이라 할 수 있으므로, 사범 대학에서도 수업설계능력 향상을 위한 교육을 충분히 실시할 필요가 있다. 이를 위해 국내에서는 예비교사의 수업설계능력을 분석하거나 향상 방안을 논의하는 연구들이 이루어졌다. 박기용 등(2009)은 교육실습에서 예비교사들의 수업설계 과정 및 방법을 심층적으로 관찰하고 심층적으로 분석함으로써 예비교사들의 수업설계활동을 지원하는 방안을 모색하였다. 이영주(2012)는 동료피드백 활동이 예비교사들의 수업설계능력에 어떠한 영향을 미치는지를 연구하였다. 강정찬(2016)은 예비교사의 수업설계 능력 향상을 위한 방법으로 반성적 성찰기법을 활용한 전략을 도출하기 위한 연구를 수행하였다. 예비교사의 수업설계과정에서 발생하는 어려움과 문제점을 고찰하고 이를 해결하기 위한 다양한 수업설계능력 향상 전략과 반성적 성찰기법이나 도구 등을 제안하였다.

한편, 교사들은 수업을 설계할 때 교육과정을 반영하게 되므로, 교사의 수업설계능력을 고려함에 있어서 교육과정을 수업에 어떻게 반영하는지에 대한 고찰도

필요하다. 일반적으로 교사들은 국가 수준 교육과정에 따른 교과서나 지도서 등의 교육과정 자료에 의지하여 수업을 진행하는 경향이 있는데(손승희, 2006), 이는 교사와 학생들의 특성이나 교실 상황과 학교 상황의 다양성 등을 고려하지 않은 것이므로 교육과정을 그대로 구현하는 데 한계가 있다(김평국, 2005). 따라서 주어진 교육과정이 아니라, 교사 중심의 만들어가는 교육과정으로 관점이 변화하고 있으며, 교사가 수업을 설계하는 전반의 과정에서 교육과정을 능동적으로 재구성하여 자신의 교육과정을 설계해야 한다. 이에 연구자들은 교육과정 재구성자로서의 교사의 역할과 역량 등을 분석하기 위한 연구를 다각도로 수행하였다.

김평국(2004, 2005)은 초등학교와 중학교 교사들의 교과 내용 재구성 실태에 관한 연구를 통해 교사들의 교육과정 재구성 유형과 재구성을 어렵게 하는 요인을 <표 7>과 <표 8>과 같이 각각 정리하였다.

<표 7> 교사들의 교육과정 재구성 유형(김평국, 2004, 2005)

교육과정 재구성의 유형	내용
내용 전개 순서 변경	교과 내용의 특성, 단원의 연계성, 수업 시수의 부족 등을 고려하여 단원의 순서를 바꾸거나 단위 내에서 전개되는 내용의 순서를 바꿈
내용 추가	단원 내용의 특성과 학생의 수준, 지역 및 학교의 특성 등을 고려하여 내용을 추가함
내용 대체	학생의 수준이나 흥미, 실생활과의 연계성 등을 고려할 때 단위 내용의 일부가 부적절하다고 판단하여 다른 내용으로 대체함
내용 생략	학습 목표를 고려하거나 학생의 수준에 맞추기 위해서, 또는 교사의 교과 전문 지식이 부족하거나 시설이 미비할 때 내용의 일부를 생략함
내용 축약	교과 전문 지식이 부족하거나 시수가 부족할 때 단원의 내용을 축약함
타 교과와 통합	일부의 교사들이 단위 내용의 특성을 고려하여 다른 교과의 학습 내용과 통합하여 지도함

<표 8> 재구성을 어렵게 하는 요인(김평국, 2004, 2005)

재구성을 어렵게 하는 요인	내용
교사	비전공 영역에 대한 전문 지식 부족
	동료 교사와의 합의 도출 곤란
	교사들의 소극적인 태도
교수-학습 자료	교수-학습 활동에 필요한 자료나 재료의 부족
환경	수업 시수 부족
	학업성취도 검사나 학력평가 등의 외부 시험
	시설 및 도구의 부족
	교과용 도서 발행 제도(국정 교과서)

서경혜(2009)는 교사들의 교육과정 재구성 실천 경험을 이해하기 위해 교사 개인 수준과 집단 수준의 교육과정 재구성 사례를 선정하여 동기, 목적, 방법, 어려움 등을 탐구하였는데, 교사들은 교육과정을 재구성하더라도 교과서의 내용을 효과적으로 가르치는 데 중점을 두었고 기본 내용은 그대로 하고 보충이나 심화 내용을 추가하는 방식으로 재구성하였으며, 교사들 사이의 협력은 어려운 것으로 나타났다.

강현석과 방기용(2012)은 초등학교사의 교육과정 재구성의 실태와 저해 요인을 탐색하였는데, 그 결과 교과별 수업을 위해 교육과정 재구성을 하는 교사들이 많았고, 유형에 있어서는 전개 순서를 변경하는 경우가 많았으며, 재구성을 하는 이유에 있어서는 지역 및 계절의 특성을 반영하기 위해서라는 의견이 많은 것으로 나타났다. 또한 교육과정 재구성을 저해하는 요인으로서는 교사의 개인적 요인이 가장 큰 부분을 차지하고 있었다.

이 밖에도 교사들의 교육과정 재구성의 방식과 특징을 사례연구를 통해 조사하고, 교사들의 교육과정 재구성이 교사의 전문성 신장에 주는 영향에 대해 알아보거나(이자연, 2008), 교사들의 재구성 경험을 심층적으로 이해하여 교사의 개인적, 실천적 지식을 탐색하기도 하였고(김필성, 2015), 초등학교사의 교직 경험과 실천적 지식이 교육과정 재구성의 필요성에 대한 인식과 재구성 실행에 미치는 효과를 분석하는 연구도 수행되었다(정재성, 2008).

위의 연구들을 볼 때, 교사가 교육과정을 재구성한다는 것은 주로 교육과정 자료를 그대로 활용하지 않고 비판적으로 분석하고 선택한 후, 응용하여 수업에 반영하는 것을 의미하며, 교사의 역량을 나타내는 핵심 요소임을 알 수 있다(Brown, 2009; Remillard, 2005). 이때 교육과정 자료란 교과용 도서를 의미하는 것으로서(권종미 등, 2001), 학생들이 사용하는 교과서와 교사를 위한 교사용 지도서뿐만 아니라 함께 배포되는 수업 지도안, 활동지, PPT 등을 모두 포함한다(양찬호 등, 2013). 즉, 교과서나 지도서 등의 주어진 교육과정 자료를 교사가 교수 상황에 맞게 재구성하여 활용할 수 있는 능력은 매우 중요하다.

## (2) PDC와 예비교사 교육

교사의 수업설계능력과 교육과정 재구성 및 교육과정 자료의 활용을 동시에 고려하여 교사의 교수 활동을 설계(design)로 보는 관점에서, 교사가 교수 목표를 달성하기 위해 교육과정 자료를 활용하여 교육과정을 설계하는 능력을 교수 설계 능력(PDC)이라 한다(Beyer, 2009). Brown(2002)은 교사가 교육과정 자료를 활용하여 수업을 설계하는 전문성을 나타내는 것으로 DCE(design capacity for enactment)와 PDC를 제안하였다. DCE는 '무엇'을 가르칠 것인지를 의미하는 것으로서, 과목내용 지식이나 PCK, 학습 목표, 신념 등을 말하며, PDC는 '어떻게'를 의미하는 것으로서, DCE에 해당하는 것들을 어떻게 수업에 사용하는 지에 대한 것이라고 정의하였다. 이중 교사 개인의 역량에 있어서 PDC가 매우 중요하며, PDC가 DCE로 정의되는 여러 교수 자료들을 교사가 어떻게 인지하고 이용하는지를 평가할 수 있는 기준을 제공한다고 주장하였다.

즉, PDC란 교사가 수업을 준비하고 실행하는 과정에서 해당 교육과정 자료를 검토하면서 장단점을 분석한 다음, 일부를 선택하고 수정, 보완하여 교육과정을 재구성함으로써 수업을 설계하는 능력이라 정의할 수 있다. 이때 교사의 교수목표나 개인적 특성, 환경 등에 따라 어떤 교육과정 자료를, 어떻게 활용하는지가 달라진다(Remillard, 2005).

Drake & Sherin(2006)과 Sherin & Drake(2009)도 교사의 교수설계를 교육과정 활용의 측면에서 보고, 교사들의 수업 전, 중, 후에서 나타나는 교육과정 자료의 활

용을 읽기(reading), 평가(evaluating), 응용(adapting)의 세 단계로 나누었다. 또한 이 중 응용 단계의 유형을 10가지로 분류하여 분석하였다<표 9>.

<표 9> 교사들의 교육과정 자료의 활용 중 응용의 유형(Drake & Sherin, 2006)

응용의 유형	내용
용어 사용의 변화	교과서에 제시되지 않은 용어를 사용한 경우
활동의 순서 변화	교과서에 제시된 활동 및 내용의 순서를 바꾸어 구성한 경우
자료의 변화	교과서에 제시되지 않은 새로운 자료를 사용한 경우
수업 참여 구조의 변화	학생의 수업 참여 구조(전체 학급 활동, 소집단 활동, 개별 활동)가 교과서나 교사용 지도서에 제시된 것과 다르게 구성된 경우
학생중심활동의 증가	학생이 주도하는 활동이 교과서보다 늘어난 경우
교사중심활동의 증가	교사가 주도하는 활동이 교과서보다 늘어난 경우
활동 시간의 변화	수업 계획과 달리 실제 수업에서 활동 시간이 변한 경우
구성요소 제거	교과서에 제시된 활동 및 내용을 전혀 활용하지 않은 경우
구성요소 추가	교과서에 제시되어 있지 않은 새로운 활동 및 내용을 추가한 경우
구성요소 변형	교과서에 제시된 활동 및 내용을 변형하여 활용한 경우

한편, PDC는 단기간에 형성될 수 있는 능력이 아니며 예비교사의 경우 교육과정 자료에 의존하는 경향이 훨씬 강하다고 보고되므로(Kauffman *et al.*, 2002; Mulholland & Wallace, 2005) 예비교사 교육에서부터 체계적이고 지속적으로 관련 교육이 이루어질 필요가 있다. 이에 예비교사를 대상으로 하여 PDC를 분석하거나 PDC를 향상시키기 위한 방안을 모색하는 연구들이 일부 이루어졌다.

Beyer(2009)와 Beyer & Davis(2012)는 초등 예비교사의 PDC 향상을 촉진하기 위하여 교육과정 자료의 활용 방식을 조사하였는데, 예비교사들이 교육과정 자료들을 분석하는 요소를 학습 목표, 수업 목적, 학생들의 생각 등의 7가지로 추출하고, 교수 실행에 대한 분석 요소를 흥미 및 동기, 헨즈온 활동, 수업 운영, 협동 학습 등의 7가지로 추출하여 분석을 실시하였다.

양찬호 등(2013)은 교육실습 기간 동안 교수학습관이 서로 다른 두 명의 예비과학교사의 교육과정 설계에서 나타나는 교육과정 자료의 활용 방식을 분석하였는데, 읽기, 평가, 응용의 세 단계 모두에서 상당한 차이를 보였고, 이는 예비교사가 지니고 있는 교육과정 재구성에 대한 관점 차이에서 비롯되었다. 따라서 예비교사 교육과정에서 PDC의 관점을 고려해야하는 것은 물론이고, 교수학습관과 교육과정 재구성에 대한 관점을 함께 고려해야 효과적인 교육이 이루어질 수 있을 것이라 제안하였다. 또한 양찬호 등(2016)은 예비교사들의 PDC의 관점에서 교사용 지도서의 활용 방식을 분석하였고, 이를 바탕으로 하여 예비교사교육에서 교과서나 지도서를 활용하여 지도하는 방안을 제안하기도 하였다.

### 3. 문화역사적 활동이론

현직교사들은 다양한 환경적 요인으로 인해 STEAM 수업을 실행하는 데 어려움을 겪고 있으므로(이정민, 신영준, 2014; 이지원 등, 2013; 이효녕 등, 2012), STEAM 수업에 관한 현직교사의 전문성은 교사 개인의 측면보다는 PCK의 상황 지식 요소와 같은 배경적 요인에 초점을 맞추어 분석할 필요가 있다. 이번 연구에서 STEAM 수업과 관련된 다양한 환경적 요인을 종합적으로 분석하기 위한 도구로서 문화역사적 활동이론(CHAT)을 활용하였으므로, CHAT의 개념과 CHAT와 관련된 교육 연구에 대해 알아보하고자 한다.

#### 3.1 문화역사적 활동이론

CHAT는 뚜렷한 목표를 바탕으로 진행되는 단위 활동을 인간의 활동체계(activity system)로 정하여 그 활동을 구성하는 다양한 기본 요소를 정의하고 그들 사이의 상호작용과 활동에서 생기는 모순을 밝히는 이론이다(설진성, 강인애, 2013; Engeström, 1987; Saka *et al.*, 2009). 즉, CHAT는 인간의 활동체계를 개인적 차원에서만 접근하는 것이 아니라 집단적 활동과 연계하는 것은 물론, 문화적, 역사적 맥락에서 이해함으로써 보다 체계적으로 접근한다(한문정, 2015). CHAT에서는 인간의 학습은 활동에 선행하는 것이 아니라 활동으로부터 비롯되는 것이라는 입장을 취하고 있다(이응주, 2013). 이를 통해 학습이 갖는 집단적 속성이나 개인과 상황맥락 간의 복잡한 상호작용에 대한 유용한 분석틀을 제공한다(Engeström, 1987).

CHAT에서는 행동(action)과 활동(activity)을 구분한다. 활동은 주체와 객체가 하나의 단위가 되는데, 어떤 개인이나 공동체의 구성원이 목적을 성취하는 과정을 의미하고, 이를 위한 다양한 하위 수준의 행동이 이루어진다고 보았다.

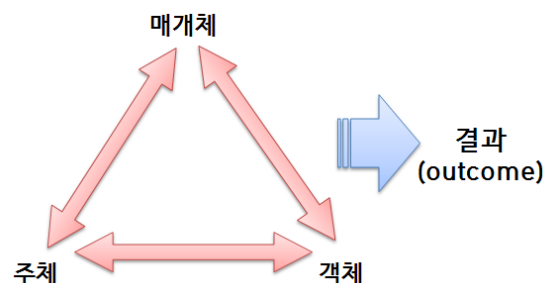
CHAT에서의 활동체계는 <표 10>과 같이 주체(subject), 객체(목적; object), 매개체(도구; mediating artifacts or mediating tools), 공동체(communitiy), 규칙(rules), 분업(division of labor) 등의 기본 요소로 구성된다. CHAT에서는 이 기본 요소들을 규정짓는 것뿐만 아니라 요소들 사이의 상호작용(역동적 관계)이나 요소 내부나 요소 간, 또는 서로 다른 활동체계 간의 모순으로 발생하는 갈등을 설명하고 이를 해결

하는 과정에서 활동체계가 발전되는지 등이 중요한 분석의 관점이 된다. 즉, 상호 작용이나 모순이 개인의 내적 사고 과정과 외적인 행동을 어떻게 변화시키는지 이해할 수 있도록 한다(Saka *et al.*, 2009). 따라서 CHAT는 교사의 교육 활동을 넓은 의미에서 파악하고 교사의 성장과 학습을 이해하는 데 매우 유용한 도구가 될 수 있다(김남수, 황세영, 2013).

<표 10> 활동체계를 구성하는 6가지 요소

구성 요소	의미
주체	목적을 달성하기 위해 직접 활동을 하는 개인 또는 소규모 집단
객체(목적)	주체가 활동을 하는 목적으로서, 이후에 성과물로 산출됨
매개체(도구)	주체와 객체를 매개하는 유형 또는 무형의 인공물
공동체	주체와 객체를 매개하는 역할을 하는 인적 자원(소규모 집단)
규칙	활동 체계에서 이루어지는 여러 일에 대한 가시적 또는 비가시적 조절, 규범, 관례
분업	주체와 공동체 구성원이 목적을 달성하기 위해 역할을 나누어 맡음

CHAT는 1920년대에 Vygotsky 학파에서 시작되었고, 이후 Leont'ev와 Luria 등에 의해 발전되었으며, 오늘날에는 Engeström에 의해 활발하게 연구되고 있다(윤창국, 박상옥, 2012). 초기의 CHAT는 인간의 행동을 매개체가 중재한다는 점에 주목하였으며(Vygotsky, 1978), 이를 제 1세대 활동이론이라 볼 수 있다(Engeström, 1996). 1세대 활동이론은 <그림 10>과 같이 주체, 객체, 매개체의 세 가지 요소의 삼각관계로 표현할 수 있다.

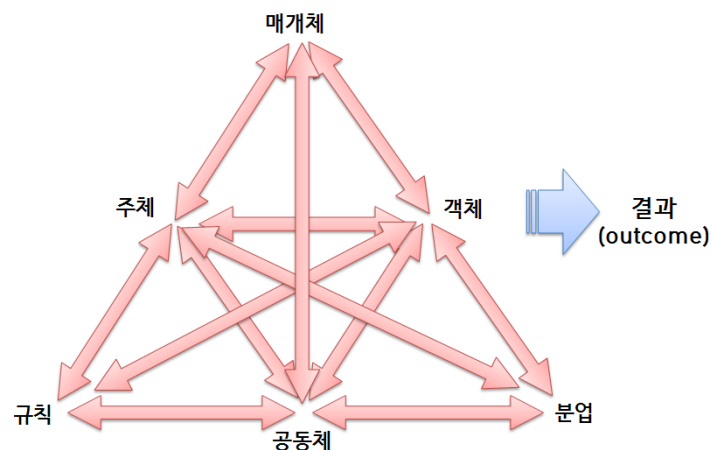


<그림 10> 제 1세대 활동이론



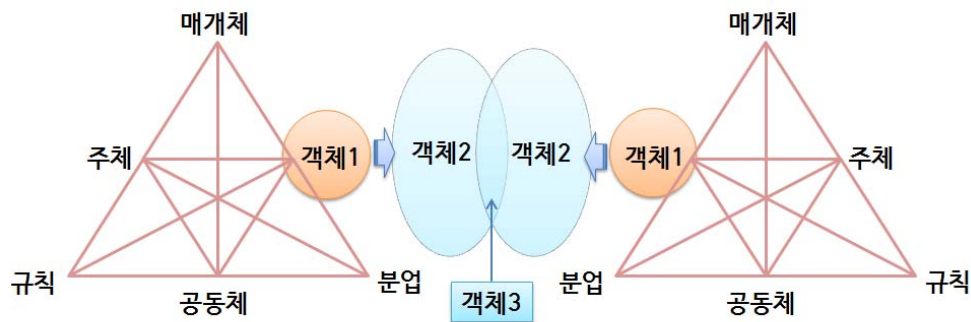
활동에서 행동의 주체는 원하는 산출물(결과)을 얻기 위해 객체를 다루게 되는데, 여기에 문화적, 역사적으로 형성된 다양한 매개체가 사용되면서 행동이 달라질 수 있다. 매개체는 언어나 수와 같은 상징 도구, 연필이나 컴퓨터, 칠판과 같은 물리적 도구, 제도나 관습과 같은 사회문화적 유산 등 개인이 속한 사회와 문화, 역사를 반영하는 유형과 무형의 모든 것을 의미한다. 1세대 활동이론은 매개체를 통해 개인의 행위를 이해할 수 있다는 것을 강조하고 있고, 개인의 학습 과정에 매개체가 어떻게 작용하는지를 밝히는 것에 중점을 둔다. 즉, 제 1세대 활동이론은 매개체의 개념을 도입했다는 것에 의미가 있다. 그러나 분석의 단위를 집단이 아닌 개인으로 한다는 면에서 이론적 한계를 지니고 있었다(Engeström, 2001).

Leont'ev는 매개체뿐만 아니라 객체에 관심을 갖고 활동에 참여하는 공동체(communitiy)에 의한 중재를 포함시키면서 개인의 차원을 넘어서는 제 2세대 활동이론을 제안하였다(그림 11). 특히 2세대 활동이론에서의 활동은 주체인 개인과 공동체 사이의 복잡한 관계에 중점을 두고 있는데(Engeström, 1996), 인간의 행동은 그 자체가 아니라 공동체 내의 다른 구성원과의 관계 속에서 이해할 수 있다고 본다. 즉, Vygotsky가 활동을 이해하는 데 주체, 객체, 매개체에 초점을 둔 것과는 달리 Leont'ev는 이와 더불어 집단의 문화역사적 맥락과 다른 요소 사이의 상호작용을 설명하면서 활동이론을 발전시켰다(Leont'ev, 1978; Sawchuk, 2003). Leont'ev는 새로운 요소로 공동체, 규칙, 분업을 추가하여 활동으로 통합하였고, Engeström(2001)은 이것을 활동체계라고 부르는 것을 제안하였다.



<그림 11> 제 2세대 활동이론

Engeström(2001)은 2세대 활동이론이 집단 활동에 대한 개념을 제시하고 활동의 요소를 확장시켰으나, 서로 다른 활동체계 사이의 상호작용과 갈등에 의한 모순, 활동체계가 어떻게 변화하고 발전하는지 등은 설명하지는 못한다고 지적하면서, 본격적으로 활동체계에 대해 문화역사적으로 접근하는 제 3세대 활동이론이 논의되기 시작하였다. 3세대 활동이론에서는 2개 이상의 활동체계 사이의 상호작용을 강조하였고, 각 활동체계에서 상황에 따라 주어진 객체 1이 활동체계에 의해 유의미하게 구성된 객체 2로 이동하고 결국 새로운 객체 3을 활동체계들이 공동으로 만들어낸다<그림 12>.



<그림 12> 제 3세대 활동이론

또한 3세대 활동이론에서는 모순이 강조되는데, 모순은 활동체계의 구성 요소들 사이의 갈등이나 충돌을 뜻하고, 활동체계의 변화와 발전에 있어서 핵심적 역할을 한다(윤창국, 박상옥, 2012). Engeström(1987)은 다양한 범위의 모순이 존재할 수 있다고 분석하면서 네 가지의 모순을 제안하였다. 1차 모순은 활동체계의 각 구성요소들의 내부에서의 모순을, 2차 모순은 활동체계 안의 구성요소들 사이의 모순을, 3차 모순은 현 활동체계와 더 발전된 상태의 활동체계 사이의 모순을, 4차 모순은 어떤 활동체계와 그것과 상호작용하는 다른 활동체계 사이의 모순을 뜻한다. 모순은 활동을 제한하거나 활동체계의 목표를 이루지 못하게 하는 근원이지만, 이 모순을 파악하고 해결함으로써 오히려 활동체계는 강화되므로, 모순은 발전의 원동력이라고 할 수 있다(김남수, 이혁규, 2012).

또한 Engeström(1999)은 활동체계 안에서 지속적으로 일어나는 것으로서 내면화와 외면화를 규정하였다. 활동의 주체가 기존 활동의 구조를 내면화하고 비판적 자기 반성을 거친 다음, 주체는 체계를 변화시켜 모순을 줄이려고 노력하면서 외면화가 일어나게 된다.

### 3.2 교육 연구에서 문화역사적 활동이론의 적용

CHAT는 개인의 학습과 발달에 문화역사적 요인들이 어떻게 작용하며 영향을 미치는지에 초점을 맞추고 있으므로, 교육과 밀접한 관련이 있다고 볼 수 있다. 특히 교사가 자신의 교수 활동을 위해 학습하고 변화하는 과정에서 다양한 상황 맥락들이 작용하므로, 교사 교육에 적용할 수도 있을 것이다. 최근에는 교사의 전문성 신장 과정에 CHAT를 적용하여 분석하는 연구들이 진행되고 있다.

Saka *et al.*(2009)은 CHAT가 다양한 상황 맥락이 교사의 내적 사고 과정과 행동을 어떻게 변형시키는지 이해할 수 있도록 해 주므로, 초임 교사의 교수 실행과 교수 목표를 형성하는 개인적 특성과 상황 맥락적 특성의 상호작용을 이해하기 위해 CHAT를 활용하였다. 두 명의 초임 과학교사가 학교에 적응하는 과정을 분석하기 위해 활동체계를 구성하는 각 요소를 추출하여 그들의 신념과 학교 문화 간의 갈등과 조정에 초점을 맞추었다. 이때 CHAT를 활용하여 두 교사의 주체 요소인 신념과 공동체 요소인 학교의 문화나 규칙 간에 모순이 발생하였고 그 과정에서 어떠한 변화가 일어나는 지를 설명하였다.

Beatty & Feldman(2012)의 연구에서는 교사의 수업 실행과 전문성 개발 과정에 CHAT를 적용하는 것이 유용하다고 보고, 중등 과학과 수학 교사들이 과학과 수학 교수에 기술을 연계하는 교육학 이론인 TEFA(technology-enhanced formative assessment)를 학습하면서 그들의 수업 실행이 어떻게 변화하는지를 CHAT로 분석하였다.

McNicholl(2013)은 우수한 교사를 양성하고 전문성을 개발하기 위한 과정에서 교사가 교수를 실행하고 있는 환경을 중요시해야 한다고 주장하면서, 문화역사적 맥락을 고려한 전문성 개발 프로젝트에 참여하는 생물 교사들의 인식이나 이해도를

CHAT를 통해 분석하였다. 프로젝트에 참여한 교사들은 자신의 교수법을 개발하는데 자신감을 가지게 되었고, 이러한 자신감은 교사가 자신의 행동 가능성에 대한 인식을 변화하는 데 중요한 영향을 주었다. 특히 동료들과의 협업 환경이 교사들의 자신감 형성에 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다.

Clarke & Fournillier(2012)는 교사교육자가 예비교사교육을 실행하는 과정에 CHAT를 적용하여, 교사교육자들과 예비교사들이 각각 주체가 되는 서로 다른 활동 체계를 정하고, 교육 과정에서 그들이 정한 각각의 목표를 어떻게 실현해 가는지를 분석하였다.

Yamagata-Lynch & Haudenschild(2009)의 연구에서는 교사가 주체가 되는 활동 체계와 교사의 전문성 신장을 지원하는 학교와 제도가 주체가 되는 활동체계를 정하고 이 활동체계들 간의 모순을 다각도로 분석하였다.

이처럼 교사의 전문성 신장의 과정에서 나타나는 사회문화적 요인을 이해하는데 있어 CHAT는 유용하게 활용되고 있다. 국내에서도 교사교육의 관점이나 학교에서 이루어지는 교사들의 수업 활동의 분석에 CHAT를 도입하는 연구가 수행되었다.

김종백과 조형정(2007)은 영재를 위한 교수-학습 과정의 설계와 분석에 CHAT를 도입할 수 있는지를 탐색하기도 하였다.

김남수와 이혁규(2012)는 CHAT가 제안하는 활동체계를 틀로 하여 1년차 서울형 혁신학교의 수업 혁신 활동을 분석하였다. 한 학기 동안 참여 관찰을 하여 얻은 자료들을 수업 혁신 활동체계의 요소들로 구분하였는데, 수업의 문제적 상황은 기존의 수업 활동과 수업 혁신 활동 체계 사이의 목표(객체)와 분업의 충돌, 인공물(매개체) 사이의 충돌 등으로부터 발생되었다고 분석하였다. 즉, 활동체계의 요소들 사이의 모순으로부터 수업 혁신 활동체계의 개선을 위한 해법을 찾고자 하였다.

김남수와 황세영(2013)의 연구에서는 수업 전문성 신장 활동인 수업 장학, 수업 컨설팅, 수업 비평을 분석하는 도구로 CHAT를 활용하였다. 또한 황세영과 김남수(2014)는 전문가(지도교사)나 동료 교생들과의 협력적 관계에 초점을 맞춘 교육 실습의 유형들에 관해 살펴보고, 이와 같은 새로운 유형의 교육 실습에 관한 연구들의 메타 분석을 통해 CHAT의 관점에서 사회문화적 특징을 파악하였다. 이를 바탕으로 하여 예비교사의 수업 전문성 신장을 위해서는 교사 개인으로 한정하지 않고 주변 여건과 그로 인한 결과를 모두 포함하는 활동 차원에서 접근해야 한다고 제

안하였다. 또한 다양한 주체들의 관심이 반영된 구체적 목표가 설정되어야 하고, 상호작용과 모순을 적극적으로 드러낼 필요가 있다고도 제안하였다.

이처럼 CHAT는 다양한 교육학 연구의 바탕이 될 수도 있고, 분석 도구가 될 수도 있다. 특히, 과학 수업 활동에서는 여러 가지 실험 도구, 보고서, 탐구 방법 등과 같은 도구, 학생과 교사, 과학 실험 보조원 등의 공동체, 보고서 작성, 수업 및 실험 준비 등의 분업 등의 요소가 상호작용할 수 있으므로, CHAT는 과학 수업 활동을 분석하는 데도 유용하다고 볼 수 있다(Resnick, 1991).

정진수와 이용주(2013)는 연구를 통해 CHAT를 적용하여 중학교 과학 학습 활동을 분석할 수 있는 타당하고 신뢰도 높은 도구를 개발하였고, 사회문화적 맥락이 서로 다른 두 학교의 수업을 분석하는 데 적용하여 개발한 도구의 유용성도 확인하였다. 즉, CHAT가 다양한 학생 집단과 다양한 수업 방식의 과학 수업 활동을 사회적 관점에서 이해하는 데 도움을 줄 수 있고, 학생이나 교사의 활동체계 요소들 사이의 관계를 심층적으로 분석하여 모순을 도출하고 극복 방법을 찾는 데 유용하게 쓰일 수 있다고 주장하였다.

이현주와 정가윤(2013)은 과학 교사가 과학관련 사회 쟁점(SSI) 수업을 하는 활동을 CHAT의 관점에서 여러 환경적 요인과 연계지어 이해하고자 하는 연구를 수행하였다. SSI 수업을 하는 교사의 목표나 달성 과정, 수업에서 공유한 규칙과 역할 분담 등을 탐색한 결과, 바람직한 요인들뿐만 아니라 갈등의 상황도 존재함을 알 수 있었다. 이를 바탕으로 하여 과학교사들이 SSI 수업을 어려워하는 이유와 다른 교사들도 SSI 수업을 할 수 있도록 도움 방법 등을 CHAT 분석을 통해 도출할 수 있었다.

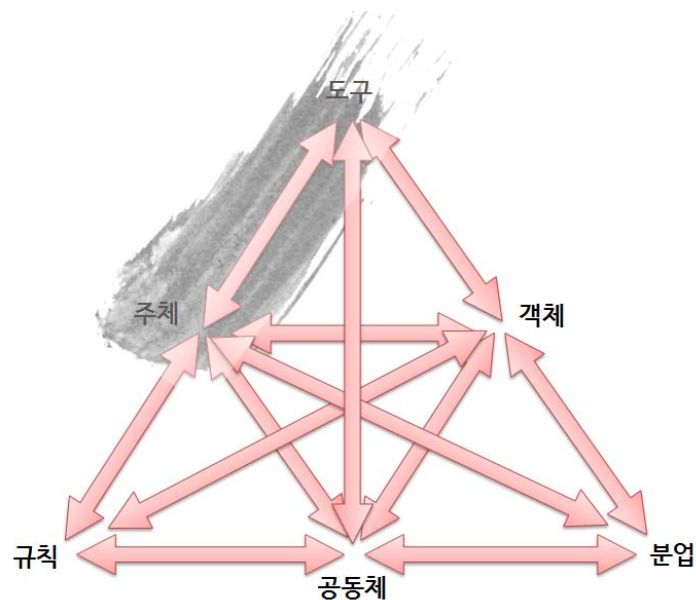
장진아 등(2014)은 초등학교 과학 전담교사의 실험 수업 사례에서 형성되는 사회문화적 맥락의 특징을 CHAT로 분석하였다. 수업 사례에서 CHAT의 활동체계 구성요소 6가지를 추출하고 각 요소의 특징을 조사한 결과, 각 요소들은 끊임없이 상호작용하며 실험 수업의 맥락을 형성함을 알 수 있었고, 그러한 사회문화적 맥락의 특징을 정리하여 제시하였다. 이를 통해 과학 전담교사의 어려움을 공유하여 극복 방안의 수립이 필요함을 주장하였다.

한문정 등(2014)은 CHAT를 분석 도구로 사용한 사례 연구를 통해 두 교사의 과학관 학습 실행을 분석하여, 두 교사의 활동체계 내에서 발생하는 모순과 두 교사

의 내면화, 외면화 과정을 조사하였다. 이를 바탕으로 하여 교사들이 과학관 학습을 보다 활발히 수행하기 위해 필요한 점들을 추출하였다.

천은겸 등(2015)은 실행공동체의 관점에서 과학교실문화를 분석하기 위하여 CHAT를 바탕으로 한 조사 도구를 개발하여 적용하였고, CHAT를 활용한 조사 도구가 과학 교실의 사회문화적 맥락을 파악하고 심층적으로 분석하는 데 유용하게 활용될 수 있을 것이라 기대하였다.

한재영과 임성민(2017)은 CHAT의 관점에서 과학교사들의 자발적인 봉사활동 현장의 모습을 기록하고 정리하여 분석하였다. 봉사활동에 사용된 자료집이나 실험 목록, 참여 교사들의 후기 및 면담 자료, 관련 보도 자료, 학회 발표 자료 등이 분석의 대상이 되었다. 연구 결과, 주체의 확장으로 인해 다른 요소들도 확장된다는 것과 공동체를 구성하는 인간 자원의 역할과 도구의 역할, 규칙이 발전하면서 분업이 이루어진다는 것 등을 알 수 있었다. 또한 분석을 거치면서 드러난 CHAT 관점의 장단점을 논의하면서 <그림 13>과 같이 CHAT의 요소 중 주체가 다른 요소와 걸쳐 있을 수 있다는 개념을 제안하였고, 주체는 다른 모든 요소에 스며들어 있다고 주장하였다.



<그림 13> 도구에 걸쳐 있는 주체(한재영, 임성민, 2017)

이외에도 게임 활동을 통한 학습(김보경, 2004)이나 평생교육 분야(권인탁, 2008; 윤창국, 박상옥, 2012)에서 CHAT를 적용하는 연구가 이루어지고 있으며, 특수 교육 대상 학생들의 수업 활동을 CHAT를 적용하여 분석한 연구들도 있다.

이윤정(2012)은 장애학생을 위한 과학교육 실천 사례를 CHAT를 통해 분석하였고, 김아라 등(2016)은 특수 교육 대상 학생들을 위한 스마트 러닝의 효과를 알아보기 위해 CHAT를 적용하여 분석하고 이를 통해 스마트 러닝의 필요성은 물론, 특수 교육 대상 학생의 과학 수업 활동을 분석할 때 CHAT가 매우 유용하게 적용될 수 있다고 주장하였다.

사회적 구성주의 관점에서 학습은 학생 개인의 인지적 측면뿐만 아니라 문화, 인종, 공동체, 관습, 사회 구조 등의 사회 문화적 맥락을 포함하여 고려되어야 한다. 또한 교사의 교수 활동을 위한 전문성도 교사 개인의 역량에만 좌우되는 것이 아니라 교사의 활동이 이루어지는 환경적 요소의 영향을 매우 크게 받을 수 있으므로, 다양한 교육 연구에 CHAT의 관점이 지속적으로 적용될 필요가 있다.

### 제 3 장. 예비과학교사의 STEAM 수업 시연에서 나타나는 전문성 탐색(연구 I)<sup>3)</sup>

#### 1. 연구 배경과 목적

STEAM 교육은 학생들의 과학에 대한 흥미와 창의적 문제해결력을 높이기 위해 과학과 기술, 공학, 예술, 수학 등의 다양한 교과목을 융합하여 접근함으로써 사회적, 과학적 문제들을 능동적이고 창의적으로 해결할 수 있는 융합형 인재를 양성하는 데 목적을 두고 있다. 원하는 정보를 쉽게 찾을 수 있는 시대적 상황을 고려할 때 단순히 과학 지식을 습득하는 것이 아니라 다양한 방식의 학문 간 융합을 통해 기존 지식을 자연스럽게 활용하는 STEAM 교육은 학교 현장에서 중요한 교육패러다임이 될 수 있다(한국과학창의재단, 2012). 이에 2009 개정 교육과정과 2015 개정 교육과정에서도 통합형, 융합형 교육을 강조하고 있고(교육과학기술부, 2011b; 한국과학창의재단, 2015b), STEAM 교육의 학교 현장 정착을 위해 STEAM 리더스쿨 및 교사연구회의 운영이나, 교사 연수 실시, 수업 프로그램 개발 등의 다양한 정책 사업이 진행되고 있다.

STEAM 수업을 실시해 본 교사들은 STEAM 수업이 학생들의 관련 교과목에 대한 흥미를 높일 수 있고, 창의적 사고력의 발달에 도움을 주며 문제해결능력을 향상시킬 수 있다는 인식을 갖고 있었다(이지원 등, 2013). STEAM 교육의 긍정적인 효과도 보고되고 있다. 중학생을 대상으로 STEAM 교육 프로그램을 실시한 결과, 과학, 수학, 기술 및 공학에 대한 흥미와 자기효능감이 향상되었고 이 분야의 직업에 대한 관심과 흥미가 증가되었다(이영은, 이효녕, 2014). 초등학생의 경우에도 STEAM 교육 프로그램을 적용했을 때 창의성과 과학 교과에 대한 흥미도가 유의미하게 향상되었고(김덕호 등, 2014), STEAM을 적용한 과학 수업이 과학 학습 동기와 과학 학업 성취도 향상에 유의미한 효과를 주는 것으로 나타났다(배진호 등, 2013). 이와 같이 STEAM 교육에 대한 교사들의 인식이 긍정적이고 STEAM 교육의 긍정적

---

3) 연구 I 은 한국과학교육학회지 35호 4권의 665-676쪽에 게재된 ‘중등 예비과학교사의 STEAM 수업 시연에 대한 사례 연구’의 내용을 보완하고 재구성한 것임



효과도 보고되고 있으므로 STEAM 교육을 보다 적극적으로 활용할 필요가 있다.

학교 현장에서 STEAM 교육이 실행될 가능성을 높이고 효과적으로 구현되기 위해서는 무엇보다 교사의 역할이 중요하며 STEAM 교육에 대한 교사의 올바른 인식과 이해가 선행되어야 한다(금영충, 배선아, 2012). 그러나 STEAM 수업에 대해 긍정적인 인식을 가진 교사들도 실제 수업에 적용하기 위해 수업 자료를 개발하거나 적절한 교수-학습 방법을 선정하는 일에 많은 부담과 어려움을 느꼈고(노석구, 2014; 이정민, 신영준, 2014; 이지원 등, 2013; 임청환, 오보정, 2015), STEAM 수업의 필요성과 효과에 대해 공감하더라도 실제 수업 진행이 가능하다고 응답한 교사는 24.8%에 불과하였다(신영준, 한선관, 2011). 특히, 수업 경험이 적은 초임교사의 경우에는 STEAM 교육의 적용이 더욱 어려울 수 있다. 초임교사들은 일반 과학 수업에서도 교과 내용 조직이나 수업 자료 준비에 어려움을 느끼고(구은주, 박윤배, 2011), STEAM 교육에 있어서는 연수를 받은 직후에도 수업에 바로 적용하는 것을 어려워하였다(이지원 등, 2013). 따라서 교사들이 STEAM 교육에 대해 느끼는 부담감을 줄여 수업에 보다 많이 적용할 수 있으려면, 예비교사 교육에서부터 STEAM 교육에 대해 이해하고 관련 경험을 쌓아 STEAM 수업에 대한 실질적인 전문성을 갖출 수 있도록 하는 예비교사 교육 프로그램이 필요하다.

신동희 등(2012)은 사범대학 교수 및 현장교사, 예비교사를 대상으로 STEAM 교육에 대한 요구를 조사하여 중등 예비교사를 대상으로 하는 융합형 교사교육 프로그램을 개발하였고, 한국과학창의재단은 각각 현행 사범대학과 교육대학 교육과정에서 STEAM 교육의 요소를 분석하고 교사들의 인식을 조사한 후, STEAM 교육을 위한 사범대학과 교육대학의 교육과정 예시를 개발하기도 하였다(백성혜 등, 2012; 신영준 등, 2012). 그러나 개발된 STEAM 교육과정이 실질적으로 효과를 거두기 위해서는 대학에서 이러한 교과목을 신설해야 하는 것은 물론, 예비교사들이 이를 선택하여 한 학기 이상 수강해야 하는 등의 어려움이 따를 수 있다. 따라서 보다 많은 예비교사들이 STEAM 교육을 경험하여 전문성을 쌓기 위해서는 새로운 교과목의 개발도 중요하지만 기존 교육과정의 일부에 STEAM 교육에 대한 내용을 추가하는 방안도 모색할 필요가 있다.

한편, STEAM 교육에 대한 예비교사의 실질적인 전문성을 향상시키기 위해서는 예비교사가 실제 STEAM 수업을 준비하고 실행하는 전반의 과정을 체계적으로 분

석할 필요가 있으며, 이를 통해 예비교사가 STEAM 수업을 적용할 때 도움을 줄 수 있는 구체적 정보들을 추출한다면 보다 효과적인 예비교사 교육을 위한 시사점을 얻을 수 있을 것이다. 교사의 전문성은 주로 교수학적 내용 지식(PCK)의 관점에서 활발히 연구되고 있다. PCK는 교과내용 지식과 교육학 지식을 결합시킨 것으로서(Shulman, 1986, 1987), 연구자들마다 다양한 구성 요소로 정의하나 일반적으로 교육과정에 관한 지식, 교수전략에 관한 지식, 학습자에 관한 지식, 평가에 관한 지식, 교과내용 지식, 상황 지식 등의 요소로 구성된다(Hashweh, 2005). 그러나 STEAM 교육은 일반 교과와는 달리 여러 교과가 연계된 내용과 창의적 설계와 감성적 체험 등의 다양한 학생 중심 활동으로 이루어지므로, 교사들이 STEAM 교육을 실행할 때 나타나는 PCK의 구성 요소와 각 세부 내용을 새롭게 추출하여 STEAM-PCK를 구성하고 적용할 필요가 있다(김방희, 김진수, 2013). 또한 STEAM 교육에서는 서로 다른 교과목 간의 융합이 수업의 핵심적인 부분이므로, 교사가 관련 교육과정을 그대로 구현하지 않고 비판적으로 선택하고 분석하여 응용하는 능동적 교수 설계 과정이 성공적인 수업 실행을 위해 중요하다고 할 수 있다. 이러한 맥락에서 PCK의 여러 구성 요소 중에서도 교육과정에 관한 지식을 더욱 구체적으로 살펴볼 필요가 있다. 이때 교수 목표를 달성하기 위해 교육과정 자료를 활용하여 교수를 설계하는 능력인 PDC(Brown, 2002)는 예비교사의 교수활동 분석에 유용한 도구로 활용될 수 있다. PDC는 교사가 수업을 계획하고 실행하여 평가하는 일련의 과정에서 교수 목표와 관련된 교육과정 자료의 강점과 약점을 비판적으로 분석하여 응용할 수 있는 능력이다. 이때 사용되는 교육과정 자료는 교과서와 교사용 지도서, 수업지도안, 활동지, 멀티미디어 자료, 실험도구 등으로서, 교사가 수업에 활용할 수 있도록 전문가나 타 교사에게 의해 개발 및 제작된 일련의 자원을 뜻한다.

이에 이 연구에서는 사범대학의 교육과정 중 교수 모형과 교수 설계를 다루는 필수 교과목에서 STEAM 교육을 경험할 수 있는 워크숍을 실시한 후, 예비교사가 STEAM 수업 시연을 준비하고 실행하는 과정에서 나타나는 전문성을 STEAM-PCK와 PDC를 적용하여 심층적으로 분석하였다. 이를 통해 예비교사 교육과정에서 다루어야 할 STEAM 교육의 내용과 방법에 대한 구체적 정보와 함께, 예비교사 교육에 활용할 수 있는 STEAM 워크숍이나 STEAM 교육 프로그램 개선을 위한 시사점을 얻고자 하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구 참여자

본 연구에서는 서울특별시 소재 사범대학 화학교육과에서 개설되는 교수 모형과 교수 설계에 대한 내용을 다루는 강좌의 수강생 중 STEAM 수업에 관심이 있고 자발적으로 연구에 참여할 의사가 있는 3명을 모집하였다. 이 강좌의 모든 수강생은 강의 계획에 따라 한 가지의 교수 모형을 선택하고, 이를 적용한 수업을 계획하고 시연하는 과제를 부여받는다. 연구에 참여하여 STEAM 수업을 시연한 3명의 예비교사들은 모두 3학년이며 예비교사 A는 여학생, B와 C는 남학생이었다. 연구 참여 시점에서 A는 과학 교수-학습 이론 및 방법을 다루는 타 교육학 강좌에서 다른 수강생이 발표하는 STEAM 교육에 대한 소개와 이론적 설명을 들은 바 있으나, 해당 강좌에서 STEAM 수업 시연을 들은 경험은 없었다. C는 다른 전공 강좌에서 일반 과학교과의 실험 수업용 활동지를 제작해 본 적은 있으나 수업을 실행한 경험은 없었다. 모든 연구 참여자는 공통적으로 타 수강생의 STEAM 수업이나 통합형 과학 수업을 듣거나, STEAM 수업을 포함한 과학교과 수업의 교수 설계와 수업 실행을 해본 경험이 전혀 없었다.

### 2.2 STEAM 교육에 대한 워크숍 및 수업 시연

본 연구가 진행된 교수 모형과 교수 설계에 대한 강좌는 1주일에 3차시씩 총 45차시로 진행되는데, 교수 모형과 교육 사조, 우리나라의 과학과 교육과정에 대한 소개가 21차시, 이와 관련한 교수-학습 자료 개발 및 수업 시연이 18차시, 오리엔테이션과 기말고사가 6차시로 운영된다. 이 강좌에서 하나의 교수 모형이나 교육 사조에 대한 소개와 수업 시연이 각각 2-3차시로 이루어지므로, 본 연구에서도 STEAM 교육에 대한 워크숍을 2차시, 수업 시연을 2차시, 평가를 1차시로 진행하였다.

STEAM 교육에 대한 워크숍은, 연구 참여자를 선정한 후에 연구자 중 1인이 강좌의 전체 수강생을 대상으로 진행하였다. 워크숍의 주 자료는 한국과학창의재단(2012)에서 제작한 STEAM 가이드북을 기반으로 하였다. 워크숍 1차시는 STEAM의

도입 배경과 필요성, 외국의 STEM 교육 사례, STEM으로부터 STEAM이 도입된 과정, STEAM 교육의 정의, 우리나라에서의 STEAM 교육 현장 적용 사례를 소개하는 등, STEAM의 본성과 특징, STEAM 교수-학습 방법을 안내하는 내용으로 실시되었다. 특히, STEAM 수업의 세 가지 유형(교과내, 교과연계형, 방과후)과 학습 준거 및 단계 요소(상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험)에 관한 내용이나, 5가지 과목 요소(과학, 기술, 공학, 예술, 수학)가 모두 포함되어야 하는 것은 아니라는 점과 같이 수업을 준비할 때 실질적으로 도움을 줄 수 있는 내용을 강조하였다.<sup>4)</sup>

워크숍 2차시에서는 수업지도안 및 활동지 분석을 실시하였다. 화학 내용이 포함된 STEAM 수업 자료를 수강생들에게 예시 자료로 나누어 주고 어떤 면에서 STEAM 수업에 맞게 제작되었는지, 과목 요소와 단계 요소 등이 어떻게 반영되었는지, 주요 활동이 어떠한 방식으로 진행되었는지 등으로 분석을 하게 하였다. 또한, 수강생들에게 하나의 주제를 제시한 후 조별 활동을 통해 STEAM 수업의 아이디어를 내어 발표하게 하였다.

워크숍 후 연구 참여자에게 중등학교 과학 교과서 및 교사용 지도서와 함께 한국과학창의재단에서 개발한 STEAM 관련 보고서, 수업 지도안 및 학생 활동지 예시와 관련 인터넷 사이트를 제공하였다. 또한 제공된 자료 이외에 연구 참여자가 수업에 활용하기 위해 추가한 자료의 출처와 용도를 적을 수 있는 양식도 제공하였다. 각 연구 참여자는 대상 학년, 수업의 주제 및 목표, 세부적인 수업 형태 등을 자유롭게 정하여, 2차시 분량의 STEAM 수업을 준비하고 시연하였다. 이들이 수업 시연을 위해 작성하여 제출한 STEAM 수업지도안의 개요는 <표 11>과 같다.

---

4) STEAM 수업의 정해진 틀은 없으나 처음 수업을 계획하고 실행해야 하는 예비교사들을 위해 한국과학창의재단이 개발한 STEAM 프로그램의 필수 요소나 수업 지도안 양식(STEAM 교육 따라잡기, 과학이 좋아지는 STEAM 등)을 제공하였고, 본 연구에서는 이를 토대로 STEAM 수업을 계획하도록 권장하였다.

<표 11> 예비교사들이 작성한 수업 지도안의 개요

항목	예비교사		
	A	B	C
STEAM 수업 유형	교과내	교과내	교과내
교과명	화학 I	화학 II	화학 II
주제	산화와 환원	산염기 평형	산화환원 평형
주요 활동	실험	실험	실험
수업 제목	눈꽃 만들기	지시약 꽃 만들기	상큼한 레몬전지 만들기
과목 요소	S	산화와 환원, 금속의 이온화 경향성	금속의 반응성차이, 자발적 산화-환원반응
	T/E	음극화 보호, 눈꽃 만들기	화학전지 구성요소, 전지의 직렬연결과 전압의 관계
	A	표현하기, 작품제목 정하기	레몬전지에 여러 가지 표정 그리기
	M	전자 이동의 양적 관계, 화학반응식 완성	산화-환원 반응식 완성
단계 요소	상황 제시	배가 녹스는 이유는 무엇일까?, 배가 녹스는 것을 방지할 방법은 무엇일까?	우리 주변의 산, 염기는 무엇이 있을까?, 우리 주변의 산과 염기의 세기 순서는 어떠할까?
	창의적 설계	다양한 눈꽃모양 만들어보기, 금속과 금속염 수용액의 반응결과 예측하기, 미지 금속의 이온화 경향성 예측하기	이온화도와 이온화 상수의 개념을 이용하여 주어진 문제 상황을 해결하기
	감성적 체험	구리 모양을 다양하게 조각해보기, 구리에 피어나는 은을 살펴보기	산과 염기, 지시약을 조합하여 다양한 종류의 꽃 만들기, 실험 과정과 결과를 친구들과 공유하기

## 2.3 연구 절차

수업 시연 3일 전에 예비교사가 수업 준비 과정에서 사용한 자료의 목록과 직접 작성한 교수-학습 지도안 및 활동지, 수업용 PPT 등의 모든 교수-학습 자료를 수집하였다. 연구자는 예비교사의 교수 설계 과정을 파악하고 사전 면담 시나리오와 수업 관찰 체크리스트를 구성하기 위해 수집된 모든 자료를 두 가지 측면에서 예비 분석하였다.

우선, 예비교사의 STEAM-PCK를 조사하기 위하여 선행연구(김방희, 김진수, 2013; 오희진, 2012)에 나타난 STEAM 교육에 대한 PCK의 구성 요소와 STEAM 가이드북(한국과학창의재단, 2012)에 제시된 STEAM 수업 체크리스트를 반영하여 STEAM-PCK의 기초 분석틀을 제작하였다. 이때 현직교사의 STEAM-PCK에 관한 선행연구와는 달리, 이번 연구는 예비교사의 수업 실행이 2차시 분량의 STEAM 수업을 준비하여 다른 예비교사들을 대상으로 시연하는 과정이므로, STEAM-PCK의 구성 요소 중 수업 자원, 학생, 학부모, 동료교사 등의 내용을 포함하는 상황 지식은 나타나기 어려운 요소라 판단하였다. 따라서 이를 제외한 5가지 요소(교육과정에 관한 지식, 교수전략에 관한 지식, 평가에 관한 지식, 학생에 관한 지식, 내용에 관한 지식)로 예비교사의 STEAM-PCK를 정의하였다. 이러한 STEAM-PCK의 기초 분석틀을 토대로, 수집된 자료에서 예비교사의 STEAM-PCK가 드러났다고 판단되는 내용을 추출하여 구성 요소에 따라 분류하였다. 또한, 예비교사의 교육과정에 관한 지식을 자료 활용과 내용 구성의 양상, 즉 PDC의 측면에서 파악하기 위해 각 예비교사가 주제 선정 과정, 수업 모형 선정, 주요 수업 단계(도입, 전개, 실험, 마무리)에서 자료를 어떻게 활용했는지 정리하였다. 그리고 교수 계획에서 나타나는 STEAM 수업의 과목 요소와 단계 요소, 특징적인 수업 전략, 내용 및 주요 활동을 정리하여 예비교사의 STEAM 수업의 준비 과정을 종합적으로 파악하였다.

수업 시연 하루 전에 각 예비교사의 교수 계획 과정을 심층 조사하기 위한 목적으로 반구조화된 사전 면담을 실시하였다. 우선, 예비 분석 결과 드러난 STEAM-PCK에 관한 심층 정보와 예비교사가 제출한 교수-학습 자료에 충분히 드러나지 않았다고 판단된 부분들에 대해 질문하였다. 답변 과정에서 예비교사가 활용한 구체적 교수-학습 전략이 드러나는 경우, 예비 분석 결과를 토대로 미리 준비

한 개별 면담 질문과 연계하여 각 전략의 도입 목적과 의도를 조사하였다. 또한 PDC 측면에서 각 예비교사가 제공 자료를 활용했는지의 여부와 그 이유, 제공 자료 외의 다른 자료를 추가로 도입한 목적을 조사하였고, 각 자료의 활용 측면에서 원본 자료를 그대로 사용했거나 응용 또는 수정이 나타난 경우에 대한 구체적인 이유를 알아보았다. 사전 면담은 각각 35~40분 정도 소요되었다.

수업 시연은 해당 강좌의 타 수강생을 세 집단으로 편성하여 예비교사 3인이 각자 다른 강의실에서 시연하는 방식으로 이루어졌다. 연구자는 예비교사가 수업 전 작성한 체크리스트를 확인하며 교수 계획에서 자료를 응용·변형시킨 측면이 실제로 수행되는 정도, 활동 계획이 즉흥적으로 변화되거나 계획에 없던 활동이 나타나는 경우를 집중적으로 관찰하여 노트에 기록하였고, 이를 사후 면담의 자료로 활용하였다. 모든 수업 장면은 녹화하였다.

수업 관찰 결과를 바탕으로 교수 계획의 구현 정도, 수업 중에 교수 계획이 즉흥적으로 변경되거나 추가된 부분을 분석하여 사후 면담 시나리오를 구성한 다음, 수업 시연 5일 후 사후 면담을 진행하였다. 사후 면담에서는 STEAM-PCK의 구성 요소 측면에서 수업 전·후 생각의 변화에 대해 구체적으로 알아보았고, PDC 측면에서 예비교사가 느끼는 교수 계획의 구현 정도와 교수 실행 과정에서 자료의 활용 측면을 조사하였다. 또한, 전반적으로 교수 계획 및 실행 과정에서 느꼈던 어려움과 교육요구도 조사하였다. 사후 면담은 각각 35~40분 정도 소요되었으며, 모든 면담 내용은 녹음 후 전사하여 분석하였다.

## 2.4 분석 방법

예비교사의 STEAM-PCK를 분석하기 위해, 사전 면담 시 활용했던 STEAM-PCK의 기초 분석틀을 기반으로, 예비 분석 결과는 물론 이후 수집된 모든 자료(교수-학습 지도안, 학생 활동지, 수업용 PPT, 수업 관찰 체크리스트 및 관찰 노트, 수업 동영상)와 면담 전사본을 반복하여 검토하고 읽으면서 특징을 도출하여 지속적으로 분석틀의 범주를 수정하고 보완하였다(지속적 비교 방법; Charmaz, 2000).

우선 분석자 2인이 각 예비교사로부터 STEAM-PCK의 기초 분석틀의 구성 요소와 관련된 특징이 나타났다고 판단되는 의미 있는 사례를 일차적으로 추출하고 분

류하였다. 그 후 STEAM-PCK 구성 요소 별로 사례의 특징을 재검토하며 필요한 경우 분석자들이 협의하여 분석틀을 수정하고 보완하는 과정을 거쳐 STEAM-PCK 구성 요소의 구체적인 정의를 도출하였다. 특히 교수전략에 관한 지식으로 분류된 사례들이 창의적 설계와 감성적 체험을 강조하는 STEAM 교육의 특성과 관련된 세부 요소로 세분화될 수 있다고 판단하였고, 이를 수업 참여 촉진과 창의적 설계, 상호작용, 학습자 중심의 4가지 하위 요소로 구분하였다. 이 연구에서 예비교사들의 STEAM 수업 사례를 통해 기초 분석틀을 수정·보완하여 도출한 STEAM-PCK는 <표 12>와 같다. 이후 예비교사의 STEAM-PCK의 특징이 교수-학습 자료, 사전·사후 면담, 수업 동영상에 일관되게 나타나는지 비교하는 삼각측정(triangulation)을 거치면서 각 예비교사의 STEAM-PCK 수준을 구성 요소 별로 분석하였다.

<표 12> STEAM-PCK 구성 요소

요소		내용
교육과정에 관한 지식		STEAM 수업에 적합한 주제 선정 후, 관련 교과와 교육과정 및 연계를 이해하고 편성·운영하며 수업 요소를 구성하는 능력
교수 전략에 관한 지식	수업 참여 촉진 전략	STEAM 수업에 참여하는 학생의 과학기술에 대한 흥미를 높이고 학생들이 STEAM 수업에 적극적으로 참여하도록 유도하는 전략에 관한 이해와 활용 능력
	창의적 설계 전략	STEAM 수업의 학습 준거로서의 창의적 설계 전략(STEAM 수업에서 학생들이 자신의 창의적 아이디어를 반영하고 스스로 문제 해결 방법을 탐구하기 위해 다양한 방법을 생각할 수 있도록 함)을 이해하고 활용하는 능력
	상호작용 전략	STEAM 수업에서 학생들이 서로 원활히 소통하고 학생과 교사가 활발히 상호작용할 수 있도록 하는 전략을 고려하고 적용하는 능력
	학습자 중심 전략	STEAM 수업에서 제시되는 실생활 문제를 학생들이 자기 문제로 인식하여 주도적으로 참여하고 다양한 체험 활동을 통해 직접 깨우칠 수 있도록 하는 전략을 고려하고 적용하는 능력
평가에 관한 지식		STEAM 교육에 적합한 평가 항목과 방법(학생 스스로의 자기 평가, 학생들 사이의 평가, 구성주의적 평가 등)에 대한 이해와 적용 및 평가 결과의 활용 능력
학생에 관한 지식		STEAM 교육을 받는 학생들의 선지식, 오개념 및 학습 곤란, 흥미와 관심에 관한 지식
내용에 관한 지식		STEAM 교육에서 다루는 과학(S) 내용 및 과학의 본성, 과학 탐구 과정 지식, 과학 실험 결과 등 과학 교과 전반에 관한 지식 및 융합되어 연계된 타 교과(T, E, A, M) 내용에 관한 지식



예비교사의 STEAM 수업에서 나타나는 PDC는, 선행연구(양찬호 등, 2013; Sherin & Drake, 2009)에서 읽기, 평가, 응용의 세 단계에 따라 제시한 교육과정 자료 활용의 유형을 수정하고 보완하여 분석하였다. 선행연구에서는 연구 참여자가 교과용 도서를 주 자료로 활용하였다. 그러나 현 교육과정에 STEAM 교육이 아직 충분히 반영되어 있지 않으므로 이번 연구에서는 교과용 도서뿐 아니라 연구자의 제공 자료 및 기타 다양한 자료들을 어떻게 읽고, 평가하고, 응용하여 수업 자료를 구성하는지를 중점적으로 분석하였다. 읽기는 제공된 자료들을 어떤 순서로 보았는지, 전체적인 흐름을 확인했는지 또는 각 자료들의 세부 내용도 자세히 살펴보았는지, 어떤 측면을 중점적으로 보았는지, 또한 제공되지 않은 자료들을 찾을 때 가장 중점을 둔 부분은 무엇인지 등에 대한 면담 내용을 분석하였다. 이때 예비교사가 수업의 주제를 스스로 정했으므로 주제를 선정하기 전과 후의 양상이 다르게 나타날 수 있어 이를 구분하여 분석하였다. 평가는 수업에 활용할 자료들을 평가할 때 교사가 자신의 이해 정도나 활용 능력 등을 기준으로 삼는지, 학생들의 이해 정도나 수행 능력 등을 기준으로 삼는지에 따라 ‘교사’와 ‘학생’으로 분류하였는데, 이외에도 면담 결과 STEAM 수업에 필요한 과목 요소나 단계 요소의 내용이 포함되었는지를 기준으로 삼는 경우가 있어 이러한 유형을 ‘STEAM’으로 추가하였고, 세 유형에 모두 포함되지 않는 경우를 ‘기타’로 분류하였다. 응용에서는 자료를 수업에 활용할 때 자료의 일부 요소를 삭제하면 ‘제거’, 수정하면 ‘변형’으로, 또한 원 자료에 없는 요소를 검색이나 창작을 통해 새로운 내용으로 포함시키는 경우를 ‘추가’로 분류하였다. 분석은 2인의 분석자가 수집한 모든 자료를 공동으로 분석하고 지속적으로 논의하여 합의된 결론을 도출하는 과정으로 이루어졌는데, 각 자료의 내용을 읽기, 평가, 응용의 세부 유형에 맞게 분류한 후, 예비교사의 STEAM 수업을 위한 자료 활용 방식에서 공통적으로 나타나는 특징과 예비교사별로 다르게 나타나는 부분을 귀납적으로 도출하였다. 또한 사후 면담을 통해 조사한 시연 과정 중 어려웠던 점, STEAM 워크숍에 대한 평가와 교육요구, STEAM 교육에 대한 견해를 예비교사별로 정리하였고, 각각의 특징과 공통점 및 차이점을 분석하였다.

예비교사의 STEAM-PCK와 PDC, 어려움과 교육요구, STEAM 교육에 대한 견해의 분석과 해석 과정은 과학교육 전문가와 STEAM 교육 경험이 풍부한 현직교사, 박사급 과학교육 전공 대학원생 등으로 구성된 세미나에서 수차례 점검받았다.

### 3. 연구 결과

#### 3.1 예비교사의 STEAM-PCK

##### (1) STEAM 수업의 교육과정에 관한 지식

STEAM 교육의 목표는 학생의 통합적, 창의적 사고 능력을 신장시키는 데 있으므로, 교사는 융합을 통해 연계되는 다른 교과 교육과정 및 내용을 고려하고 적절한 수준으로 융합하여 수업을 구성할 필요가 있다(교육과학기술부, 2011b). A는 실생활 연관성을 고려하여 수업 주제를 정하고 교과서에서 해당 주제의 학습 목표를 참조한 뒤, 수업 내용은 자신의 생각에 따라 구성하였다. B와 C는 교과서를 보며 STEAM 수업의 요소를 도입하기 적절한 실험의 유무와 같은 단원별 특성을 고려하였다. 이후 B는 교과서와 지도서의 내용이나 지침을 고려하면서 동시에 STEAM의 5가지 요소를 추가하며 수업을 구성하였고, C는 교과서의 학습목표 및 흐름과 순서를 충실히 반영하여 전체적인 내용을 먼저 구성한 후, 필요한 STEAM 요소를 추가하거나 의미를 부여하는 방식으로 수업을 구성하였다. 이와 같이 예비교사들은 공통적으로 과학 교과 내용의 교육과정 및 학습 목표를 고려하고 반영하였다. 그러나 연계되는 교과의 교육과정은 거의 참조하지 않았고, 주로 인터넷 검색을 통하여 필요한 자료만 수집하는 정도였다. 예를 들어, A와 B는 기술 요소로서 각각 생활 속의 산과 염기, 음극화 보호법을 포함시켰는데 이를 실생활 사례로 간단히 다루었고, C는 기술과 공학 요소로서 물리 교과의 내용인 전지의 직렬연결과 전압에 대한 내용을 포함시켰지만, 실험 활동의 일부로만 판단하여 관련 교과의 교육과정에 대한 고려는 거의 하지 않았다.

면담자: 다른 과학 영역에서도, 다른 융합된 내용에 있어서도 교육과정, 그러니까 지도서나 교과서도 찾아봤나요?

예비교사 A: 선생님이 주신 자료 외에는 다 제가 생각해서 해서 참고는 많이 안했어요.

(예비교사 A의 '사후 면담' 내용 중에서)

면담자: 융합된 다른 과목에 있어서는 그쪽 부분의 교육과정 내용을 고려할 필요가 있다고 생각하나요? 학습목표 이런 거?

예비교사 B: (다른 교과와 교육과정이나 교과서는) 지식을 틀리지 않게 전달해야 하니까 참고하는 건 중요하다고 생각하는데, 그게 주된 내용은 아니고 오래 언급할 내용도 아니라고 생각을 해서, 학습 목표나 이런 거는 거기서(해당 교과목에서) 충분히 성취할 수 있는 내용이라고 생각해서 크게 고려는 안 해도 될 것 같아요.

(예비교사 B의 '사후 면담' 내용 중에서)

또한 예비교사들의 STEAM 수업 요소의 융합 및 배치 양상도 다양하게 나타났다. A는 연계되는 내용들을 사진이나 동영상 자료 등의 방법으로 제공하였으며, 다양한 자료를 도입이나 개념 설명 단계, 실험 활동 등의 수업 곳곳에 적절히 배치하였다. 반면 B와 C는 요소가 수업 전반에 반영되도록 구성하는 데 상대적으로 미흡하였는데, 상황 제시의 내용을 수업 도입부에만 집중적으로 배치하여 이후의 수업은 실험 활동과 개념 설명의 일반적인 수업 형태로 진행되었다.

## (2) STEAM 수업의 교수전략에 관한 지식

STEAM 수업에서의 교수전략에 관한 지식은 수업 참여 촉진 전략에 관한 지식과 창의적 설계 전략에 관한 지식, 상호작용 전략에 관한 지식, 학습자 중심 전략에 관한 지식으로 나누어 분석하였다(김방희, 김진수, 2013; 이진경, 2015; 한국과학창의재단, 2012).

수업 참여 촉진 전략은 학생의 과학기술에 대한 흥미를 높이고 학생이 적극적으로 수업에 참여할 수 있도록 유도하는 전략을 의미한다. STEAM 수업에서는 수업 도입부에 실생활과 관련되면서도 교과가 자연스럽게 융합된 상황을 제시한 후, 이 내용이 전체 수업을 끌어갈 수 있도록 수업을 구성하는 것을 중요시한다(한국과학창의재단, 2012). 사전 면담에서 모든 예비교사는 이 전략을 STEAM 수업에 있어서 가장 중요한 부분으로 인식하고 있었고, 도입부에서 기술이나 공학 요소와 관련된 다양한 실생활 사례를 제시한 목적이 학생의 흥미를 유발시켜 수업에 적극적으로 참여하도록하기 위한 것이라 응답하였다.

이런 영화(타이타닉)가 있다는 소개를 해주면서 침몰된 배에서 발견된 게 이건데 어떻게 생각하느냐. …(중략)… 영화 얘기를 하고 배 실제 사진을 보여주고, 영화 실제 포스터를 보여주고, 또 정말 거기 안에서 발견된 이런 물건들을 보여주면 애들이 조금은 적극적으로 하지 않을까? 제 생각이 그래서.

(예비교사 C의 ‘사전 면담’ 내용 중에서)

A는 도입부에서 다양한 선박들의 사진을 제시하며 부식으로부터 선박을 지키라는 목표를 설정하였다. B는 순환학습 모형을 적용하여 탐색 단계에서 생활 속의 산과 염기를 찾아보는 활동이 이루어질 수 있도록 하였고, C는 POE 모형을 적용하여 예측 단계에서 실생활 예시를 제시하였다. 즉, STEAM 수업의 중요한 학습 준거인 상황 제시를 수업 참여 촉진 전략으로 활용하였다. 또한, A와 B는 조별 활동에서 스티커 판을 통해 점수를 부여한 후 보상을 줌으로써 학생들 간의 긍정적 경쟁을 유도하기도 하였다. 이와 같이 모든 예비교사는 수업 참여 촉진 전략을 적극적으로 고려하여 실행하였다.

창의적 설계 전략은 학생 스스로 문제 해결 방법을 탐구할 수 있도록 학생 활동에 개방성을 부여한 비구조화된 활동을 계획하고 실행하는 전략으로서, STEAM 수업 중의 활동에서 학생들이 자신의 창의적 아이디어를 반영하여 다양한 결과가 나오게 하거나 결론을 도출하기 위해 스스로 문제 해결 방법을 탐구하며 다양한 방법을 사용할 수 있도록 하는 것을 의미한다(박종원, 2004). 특히 창의적 설계는 상황 제시, 감성적 체험과 함께 STEAM 교육의 핵심 준거이므로(백윤수 등, 2012) 창의적 설계와 관련된 활동의 목표가 STEAM 수업의 중요한 목표가 될 수 있다. 그러나 예비교사들이 작성한 수업지도안에서 창의적 설계가 수업의 목표로서 크게 고려되지 않았다. A의 수업지도안에는 ‘과학에서 실용적 가치와 심미적 가치도 있음을 인식한다.’라는 감성적 체험과 관련된 학습 목표는 제시되어 있으나, 과정 목표는 ‘금속의 산화와 환원 반응을 이용한 눈꽃을 만들 수 있다.’로, 창의적 설계의 구체적 내용은 드러나 있지 않았다. 마찬가지로 B의 수업 지도안에도 감성적 체험과 관련된 ‘과학적 원리를 이용하여 다양한 색의 꽃을 아름답게 표현할 수 있다.’는 학습 목표가, C의 경우에는 실험 결과의 확인과 해석에 대한 학습 목표만이 제시되었다. 즉, 예비교사들은 창의적 설계와 관련된 내용을 학습의 목표로 전혀 고려하지 못하였다. 또한 예비교사들은 면담에서 창의적 설계를 반영하기 위해 실험

과정에 예술 요소와 연계한 활동을 넣었다고 응답하였다. 예를 들어, A는 눈꽃 만들기에서 꽃의 다양한 모양을 학생들이 직접 디자인하는 과정을 넣었고, B도 다양한 모양의 지시약 꽃을 만들게 하였으며, C도 레몬전지에 다양한 표정을 그려 넣는 활동을 계획하였다. 그러나 이는 예술적 다양성과 관련된 활동일 뿐, 학생들은 안내된 실험 절차를 그대로 따라 진행하고 공통된 결과를 얻었으므로 창의적 설계 전략이라 볼 수 없으나, 예비교사들은 이를 창의적 설계 전략이라 잘못 인식하고 있었다.

지시약 꽃을 만들되 혹시 다른 아이디어가 있는 사람은 다르게 해봐도 좋고 ... (중략) ... 학생 스스로 좀 더 창의적으로 자기가 하고 싶은 걸 표현해볼 수 있는 시간이 됐으면 좋겠어서 이렇게 만든 것 같아요. ... (중략) ... 그 창의적 체험 활동에, 창의력 신장 쪽에서 그런 면이 좀 도입되었으면 좋겠다고 좀 생각을 해서 넣었던 것 같아요.

(예비교사 B의 '사후 면담' 내용 중에서)

또한 A의 경우, 실험의 결과를 토대로 선박의 부식을 막을 수 있는 방법을 논의하여 발표하게 하였는데, 선체에 페인트를 칠하는 것 외에도 선체의 재료로써 금이나 백금을 사용한다거나 도금, 합금, 희생금속법 등의 다양한 방법이 학생들로부터 제안되었다. 그러나 A는 이 활동이 창의적 설계 전략과 관련된 것임을 인식하지 못하고 있었다. 즉, 예비교사들의 창의적 설계 전략에 대한 이해도가 전반적으로 낮음을 알 수 있다.

상호작용 전략은 STEAM 수업에서 학생들이 서로 원활히 소통하고 학생과 교사가 활발히 상호작용할 수 있도록 하는 전략으로서, 교사-학생 간 또는 학생 간 상호작용의 정도를 준거로 삼을 수 있다. 이번 연구에서 예비교사들은 STEAM 수업을 계획할 때 상호작용 전략을 고려하지 않았고 수업 진행 중에도 대부분의 활동을 교사 주도로 진행하여 활발한 상호작용은 거의 보이지 않았다. 즉, 예비교사들의 상호작용 전략에 대한 이해 수준은 낮다고 볼 수 있다. 그러나 수업 과정에서 학생들의 선지식과 관련된 발문을 하거나 발표를 유도하는 등의 교사-학생 간 상호작용은 일부 나타났다.

학습자 중심 전략은 전반적인 수업 구성과 진행이 학생 중심으로 이루어질 수 있도록 하는 전략으로서, STEAM 수업에서 제시되는 실생활 문제를 학생들이 자기

문제로 인식하여 주도적으로 참여하고 다양한 체험 활동을 통해 직접 깨우칠 수 있도록 하는 전략이다. 효과적인 학습자 중심 전략을 통하여 학생의 아이디어가 발현되고 산출물을 내기 위한 학생들의 직간접적 체험 활동 등이 이루어질 수 있다. 예비교사들은 간단한 활동을 통해 학생의 참여를 유발하거나 구성주의 교수 모형을 도입하는 등의 방법을 통해 학습자가 중심이 되는 수업을 구성하고자 하는 노력을 보였다. A는 ‘철을 주어로 하는 문장 만들기’ 활동을 계획하였는데, 학생들이 자신이 직접 선박 부식 문제를 해결해야 한다는 생각을 갖고 참여하게 하도록 의도한 학습자 중심 전략이었다. A는 이 활동을 성공적으로 실행하였으며, 사후 면담에서 학생 중심의 개방적인 수업의 장점을 느끼고 더욱 수업을 개방하여 교사가 최소한으로 개입하는 것이 바람직하다고 하였다.

실생활 생각을 한 건데, 목표는 우리가 철에 관심을 뒀야 되잖아요. 배를 지금 지키기 위해서 하는 활동이니까. 그러니까 지금 산화환원도 보는 게 방관자 입장이 아니라 진짜 철이 산화되었다는 개념을 확실히 인식시키고 싶어서. 거기에 주어진 예시는 다른 금속일지 몰라도 주어를 철로 하면 지금 이제 문제 해결 방향에서 방향을 좀 잡아주고 싶어서 다시 한 번 철로 소리 내서 얘기해보자 라는 게 제 의도였어요.

(예비교사 A의 ‘사전 면담’ 내용 중에서)

다음에 스팀 수업을 한다면 지식적인 측면에서는 적극적인 지원자로 나가겠지만 창의적 설계 이런 부분에서는 조금 더 단순 지원자가 될 수 있도록 먼발치에서 그냥 볼 수 있도록 실험이나 이런 것들을 그렇게 구성, 학생들이 하는 요소가 훨씬 많게 짜도록 하는 게 좋을 거 같다고 생각했어요.

(예비교사 A의 ‘사후 면담’ 내용 중에서)

B는 순환학습 모형을 도입하고 수업 지도안에 학생의 아이디어를 격려한다는 내용을 통하여 학생 중심 활동이 원활히 이루어지도록 계획하였다. 스티커 판 또한 학생의 참여를 유도하여 결과적으로 자신의 생각을 자유롭게 이야기할 수 있는 환경을 조성할 의도였다. 실제 시연에서 실험 활동 후 이론을 설명하는 시간이 길어지면서 의도만큼 학생 중심 활동을 실행하지는 못했으나, 학생들이 자유롭게 이야기할 수 있는 환경은 여전히 필요하다고 하였다. C는 POE 모형을 적용하여 학생들

이 자유롭게 의견을 발표할 수 있는 환경을 조성하고자 노력하였다.

(POE 수업 모형의) 예측하기에서 같은 실험에 대한 게 아니라 유사한 상황에서 예측해보게 하는데, 그런 유사한 상황을 일상생활에서 가져온 예라든지 다른 상황에서 가져온 것으로 해서 물어봐도 좀 애들이 덜 딱딱하게 느끼고 좀 더 자유롭게 얘기를 해볼 수 있을 거라고 생각해서요.

(예비교사 C의 ‘사전 면담’ 내용 중에서)

그러나 전반적으로 실험 전이나 후에 개념을 설명할 때는 PPT나 판서를 통해 교사가 일방적으로 설명하는 방식이 주가 되었다. 즉, 개념 이해에 있어서 학습자 중심 전략의 필요성에 대한 인식은 부족하다고 볼 수 있다.

### (3) STEAM 수업의 평가에 관한 지식

STEAM 수업에서는 개별 성취도의 측정이 중심인 전통적인 평가 관점보다는 평가 과정과 결과의 활용에서 학생 스스로 자신의 활동을 평가하거나, 학생들 간 또는 교사-학생 간 상호작용과 피드백이 중요시되는 보다 구성주의적인 평가 관점이 필요하다(Jonassen, 1991). A는 STEAM 수업에서 어떤 방식으로든 점수화된 평가가 실시된다면 학생들의 활동을 제한할 수 있으므로 성취도 중심의 평가뿐만 아니라 학생 간의 평가도 고려하지 않았다고 응답하였다.

평가를 하면 점수를 매길 때부터 아이들이 심미적 가치를 느끼는 게 아니라 헛뜯기 바쁘고 그러잖아요. 점수에 민감할 텐데. 스팀이 과학 수업을 즐겁게 만들려고 하는 거 같은데, 점수를 넣으면 다시 또 하나의 평가를 위한 수업의 도구밖에 안 되는 거 같아서.

(예비교사 A의 ‘사전 면담’ 내용 중에서)

B는 수업 내용과 관련된 평가나 태도 측면의 수행 평가는 가능할 수 있다는 생각을 갖고 있으나, 이번 수업에서는 고려하지 않았다. C는 수업의 도입부에서 학생들에게 수행 평가 항목별 배점을 자세히 안내하는 등 학생들의 참여를 이끌어내기

위한 점수화된 평가만을 매우 자세히 계획하였다.

이처럼 면담 내용이나 수업 자료의 분석을 통해서 예비교사들이 STEAM 수업에서 필요한 다양한 방식의 평가를 고려하지 않았음을 알 수 있다. 그러나 연구자가 예비교사의 수업을 관찰한 결과, 모든 예비교사가 학생들의 실험 과정을 지켜보며 적절한 조언이나 질의 및 응답을 하였고, 필요한 경우 추가 설명을 하거나 수업 시간을 조절하였다. 즉, 교사-학생 간 상호작용과 피드백을 통한 평가가 모든 수업 시연에서 이루어졌음에도 불구하고, 이러한 활동을 평가로 인지하지 못하고 있었으므로, 예비교사들의 STEAM 수업에서 평가에 관한 지식은 매우 부족하다고 볼 수 있다.

#### (4) STEAM 수업에서 학생에 관한 지식

사전 면담에서 예비교사들은 학생의 선개념을 고려하였다고 응답하였다. A는 수업 계획에서 학생들이 갖기 쉬운 오개념을 따로 언급하며 조심해야 한다는 내용을 수업용 PPT에 삽입하였다. B도 학생들이 산과 염기에 대한 선개념을 얼마나 갖고 있는지, 오개념은 무엇인지 확인하기 위한 질문을 준비하였으며, C도 평가 문항을 통해 학생들의 선개념을 확인하고자 하였다. 수업 시연 시, A는 학생들이 오개념을 갖고 있는지는 않았으나 PPT를 통해 학생들이 갖기 쉬운 오개념을 보여주며 설명하였고, B는 학생들의 대답에 따라 정리를 해줄 계획이었으나 모두 옳은 대답을 하여 추가 설명은 하지 않았다. 수업 후 사후 면담에서 B는 학생의 수준에 맞는 기술과 공학 요소의 추가 및 학생 오개념에 대한 철저한 사전 준비가 필요하다고 하였다. C도 실험 결과와 관련된 학생들의 오개념에 대한 사전 준비가 미흡하여 다음 수업을 한다면 이를 보완해야 한다고 하였다. 이와 같이 학생들의 선개념에 대한 고려와 이를 실제 수업에 반영하는 수준이 다양하게 나타났다.

실험 활동에서 학생들이 어떤 오개념을 갖고 있는지 아직 와 닿지 않아서. 학생들이 이 활동을 통해서 생길 수 있는 오개념이라든지, 아니면 산염기에 대해 갖고 있는 오개념 같은 것들을 잘 알고 있지 못한 상황인 게 가장 크게 걸리더라고요.

(예비교사 B의 '사후 면담' 내용 중에서)



또한 학생의 흥미 유발을 위해 관심을 끌 수 있는 내용을 도입하는 등, 학생들의 정의적 영역과 관련한 부분을 많이 반영하기 위해 노력하였다. 이는 수업 참여 촉진 전략에 관한 지식에서도 이해도가 높게 나타난 부분으로서, STEAM 수업에서 상황 제시를 통한 학생의 흥미가 특히 강조되었으므로 STEAM-PCK의 두 가지 요소가 상호 보완되어 예비교사들의 이해도가 높게 나타났다고도 해석할 수 있다.

### (5) STEAM 교과 내용에 관한 지식

STEAM 교육에서의 교과 내용에 관한 지식은 일반 과학 수업에서보다 광범위하다(오희진, 2012). 수업 중 다루는 과학 내용 및 과학의 본성, 과학 탐구 과정 지식, 과학 실험 결과 등 과학 교과 전반에 관한 지식은 물론이고, 융합되어 연계된 타 교과 내용에 관한 지식도 포함되기 때문이다.

예비교사들은 사전 면담에서 필요한 실험 절차와 내용을 교과서와 인터넷을 통해 찾아보고 예비 실험을 했기 때문에 내용 측면에서 큰 문제는 없다고 응답하였으나, 수업 실행 중에 예기치 못한 학생의 질문이나 예상치 못한 실험 결과를 접할 때 주로 어려움을 느꼈다. 즉, 예비교사들은 산염기 평형과 산화환원 평형과 같은 화학 교과 지식에서는 큰 어려움을 느끼지 않았으나 실험 중의 과학 탐구 과정 지식, 타 교과 내용 및 기술, 공학 등 연계 분야의 내용 적용 등에서 어려움을 느꼈다. 예를 들어, A는 눈꽃 만들기 활동에서 공학적 요소를 의도하여 삼입하였으나 수업을 진행하면서 부족함을 느꼈다. B는 지시약 꽃 만들기의 실험 재료에 대한 정보가 부족하여 종이의 종류를 실험에 맞게 선택하지 못하였고 이로 인해 꽃의 모양이 유지되지 못하였다. C의 경우에는 납판을 이용한 산화·환원 실험에서 이론과 다르게 납판이 변색되는 것을 발견하였고, 직렬연결에서 전지의 수와 전압이 비례하는 이유에 대한 학생의 질문을 받아 당황하기도 하였다. 이와 관련하여 C는 물리 교과에 대한 내용을 찾아보지 못했다고 응답하였다.

면담자: 수업에서 전지를 연결하는 부분, 전구의 밝기, 소리의 크기 이런 거를 설명해야 할 부분들이 있었잖아요. 이런 부분들에 대해 물리 내용을 찾아본 건 있나요?

예비교사 C: 아니요. 찾아보진 않았어요.

(예비교사 C의 ‘사후 면담’ 내용 중에서)

이와 같이 STEAM 수업에서 예비교사들의 타 교과 내용 지식이나 실험 관련 지식이 부족함을 알 수 있다. 한편, B는 과학, 수학 분야는 자신 있지만 기술, 공학, 예술 분야는 미흡하기 때문에 전공 교사의 도움을 받을 필요가 있다고 하였고, 어려운 내용의 기술, 공학 분야를 어느 정도로 도입해야 하는지 고민하였다.

테크놀로지나 엔지니어링 얘기를 계속 하게 되는데, 그거에 대한 자료를 찾는 게 마땅치 않다고 생각을 해요. 과학 분야에 일단 테크놀로지나 엔지니어링 수업으로 들어가게 되면 너무 어려워지는 감이 없지 않아 있어서 …(중략)… 나머지 기술적인 부분까지 들어가면 너무 이해하기 힘들고 소개하기도 힘든 내용들이 좀 많이 있어서. 이런 것들은 실제적으로는 테크놀로지, 엔지니어링이라고 얘기는 하지만 좀 다른 방법으로 활용을 해야 되지 않을까.

(예비교사 B의 ‘사후 면담’ 내용 중에서)

### 3.2 예비교사의 STEAM 수업에서 나타나는 PDC: 교육과정 자료의 활용 방식 측면에서

예비교사들은 STEAM 수업을 준비할 때 교과용 도서뿐 아니라 개발된 다른 STEAM 수업 자료나 실험 수업 자료 등을 활용하였고, 그 외에도 다양한 사진, 동영상, 게임, 예술 작품, 첨단 기술 등을 추가하여 수업 자료를 전면 재구성하였다. 이러한 과정에서 STEAM-PCK의 교수전략에 관한 지식이나 학생에 관한 지식 등의 구성 요소가 관련되어 나타나기도 하였다.

#### (1) 읽기

우선 3명의 예비교사는 STEAM 수업의 주제를 선정하기 위해 교과서와 연구자가 제공한 수업지도안과 활동지 등을 전반적으로 훑어보았고, 인터넷 검색을 통해

관련 자료를 찾아 읽어보기도 하였다. 예비교사 스스로가 학년, 단원, 수업 주제를 모두 결정해야 하므로 여러 자료의 내용을 자세히 읽기보다는 각 자료의 주제와 주요 활동이 무엇인지를 파악하는 정도였다. 또한 학창시절 경험이나 동아리 활동, 이전에 수강했던 강좌와 같이 자신의 이전 경험에 의존하는 경향이 있었다.

A는 고등학교 시절 경험했던 실험 주제 중 실생활과 관련이 깊고 시각적 효과가 커 학생의 흥미 유발과 예술적 감성의 극대화에 적합하다고 판단한 산화환원 평형을 수업의 주제로 결정하였다. A는 수업을 계획할 때 이전 경험과 지식을 바탕으로 수업 내용을 창의적으로 구성하려 노력하였는데, 교과서는 개념과 학습 목표의 확인을 위해서만 살펴보는 정도였고 지도서는 보지 않았으며, 워크숍에서 분석해 보았던 STEAM 수업의 수업지도안에서 수업 구성 형식만을 참고하였다. B는 주제 선정에 위해 교과서를 가장 먼저 보았으나, 결국 대학 동아리 활동에서 주로 참고하였던 인터넷 사이트의 실험 자료를 검색하여 이 중 ‘산염기 지시약을 이용한 꽃 만들기’ 실험이 융합 수업에 적합하다고 판단하였다. 이 실험을 수업의 주 활동으로 정한 후에는 교과서의 산염기 평형 단원과 제공 자료 중 같은 주제의 수업지도안을 다시 한 번 자세히 읽으면서 수업의 흐름과 반영할 개념 등을 결정하였다. C의 경우에는 워크숍에서 ‘금속책갈피 만들기’라는 수업지도안을 분석하던 중, 어릴 적 잡지에서 읽은 적이 있고 이전 강좌에서 과제로도 발표했던 레몬전지 실험을 떠올렸고 이를 주 활동으로 결정하였다. 이후 C는 수업의 전체 흐름을 구성하기 위해 교과서의 산화환원평형 단원을 찾아 자세히 살펴보았다.

주제를 결정한 후에는 각각 다른 특징이 나타났다. A는 떠오르는 생각들을 구현하기 위해 관련 키워드로 자료를 검색하여 읽었고, B는 선정한 주제와 관련된 내용을 제공 자료와 교과서에서 찾아 종합적으로 참고하였으며, C는 제공 자료를 다시 훑어보면서 주제 관련 요소를 찾고 교과서의 해당 단원을 자세히 읽으면서 수업의 흐름을 정하고 필요한 자료를 수집하였다.

제가 이미 알고 있던 걸 인터넷에 쳐서 금속 부식 방지법을 쳐서 ...(중략)... 실제 쓰이는 거랑 연관시키기 좋은 게 산화환원이 떠올라서 그런 부분도 있었고. 제가 고등학교 때 실험동아리를 만들어서 실험했었는데, ...(중략)... 과학에 흥미 없던 애들도 그런 시각적인 효과를 하니까 문과 친구도 굉장히 많이 했거든요. 그래서 그게 기억

이 나가지고.

(예비교사 A의 '사전 면담' 내용 중에서)

교과서도 제일 먼저 찾아봤어요. …(중략)… 중학교 고등학교 애들한테 소개하거나 해본 정도의 실험 동아리 활동을 잠깐 한 적이 있어요. 거기서 찾아봤던 실험이 여러 가지 있었는데 …(중략)… 블로그 들어가서 찾아봤는데 지시약 꽃 만들기가 스팀 수업에 적합하지 않을까란 생각을 해서 …(중략)… 보내주신 자료들을 열어봤는데 거기에 마침 이거(지시약 꽃)가 켜 있는 스팀 자료가 있더라구요.

(예비교사 B의 '사전 면담' 내용 중에서)

스팀자료에 뭐가 있을까 했는데 보니까 책갈피 만드는 게 있더라구요. 반응성으로. 근데 제가 산화환원 레몬전지를 했었으니까 여기에 같이 다뤄보면 어떨까 …(중략)… 교과서에 또 리튬 그게 있더라구요.

(예비교사 C의 '사전 면담' 내용 중에서)

## (2) 평가

STEAM-PCK의 교수전략에 관한 지식이나 학생에 관한 지식에서 예비교사들이 공통적으로 학생의 흥미 유발이나 참여 유도, 오개념 등을 고려했던 것과 마찬가지로, 자료를 평가할 때도 공통적으로 학생의 입장을 주로 고려하였다. 또한 예비교사들은 여러 분야가 융합된 수업으로 구성할 수 있는지도 중요한 기준으로 생각하였다.

A는 주어진 자료를 평가할 때, 학생의 흥미와 창의적 문제해결력을 유발하는 데 중점을 두었을 뿐만 아니라 학생 수준에서 이해 가능한 내용인지도 고려하였다. 또한 워크숍에서 다루었던 STEAM 수업의 단계 요소인 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 각 준거에 맞는 내용인지, 여러 분야 중 예술을 융합한 과학 수업을 구성하기 위해 예술적 요소가 적절히 융합될 수 있는지를 중요한 평가 기준으로 삼았다.

예술하고 과학의 교차 지점에서 정말 많은 걸 창출할 수 있다는 걸 알려주고 싶어서 찾았고. 과학과 기술 쪽은 산화환원에서 실제로 쓰이는 게 부식방지 ...(중략)... 흥미 유발과 더불어 그 문제를 주어져야 창의적으로 학생들이 어 진짜 배가 녹스네 이걸 어떻게 해결하지라는 스스로 창의적으로 생각할 수 있도록 ...(중략)... 은이 피어나는 게 시각적으로 바로 보이잖아요. 흥미를 느끼고 진짜 아름답다고 느낄 수 있다고 생각을 해서.

(예비교사 A의 ‘사전 면담’ 내용 중에서)

B도 A와 마찬가지로 학습자의 적극적인 참여를 유도할 수 있는가를 기준으로 정하여 학생의 입장을 고려하였고, 예술 분야와의 융합을 중시하였으나 예술뿐만 아니라 나머지 과목 요소들이 모두 융합되어 있는 수업을 구성하는 것에도 중점을 두었다. 즉, 관련 자료의 선택 기준으로 5가지 과목의 융합을 중요하게 생각하였다. B는 기타 평가 기준으로 수업을 했을 때 소요되는 시간이 적당한지 등의 수업 시간 배분을 고려하는 특징을 보였다.

처음에 중학교 자료는 배제했던 이유가 중학교 자료에는 테크놀로지나 엔지니어링 같은 요소들을 적용하는 게 쉽지 않을 것 같다는 생각을 해서, 일단 그래서 고등학교 먼저 찾아봤어요.

...(중략)...

스팀이라서 엔지니어링이나 테크놀로지, 아트적인 요소들을 계속 생각해서 넣어줘야 되니까 ...(중략)... 각각 치우쳐진 특색이 있어서 이 다섯 개를 골고루 다 담고 있는 그 주제를 찾기가 좀 힘들었던 것 같아요. ...(중략)... 스팀 수업이면 다 들어가야 맞는 게 아닐까라는 생각을 했어요. ...(중략)... 다 들어가는 요소를 최대한 찾아보자 해서. ...(중략)... 이 수업이 이만큼의 양이 도대체 어느 정도의 시간을 잡아먹을까 하는 게... 이래서 시간이 너무 짧거나 늘어지면 어떡하나 이런 게 가장 큰 문제고.

(예비교사 B의 ‘사전 면담’ 내용 중에서)

C의 경우에도 학습자의 흥미 유발과 수업에의 적극적 참여 유도를 고려하는 등 학생의 입장을 매우 중요하게 생각하였으나, 융합되는 다른 교과에 대한 고려는 A와 B에 비해 상대적으로 부족하였다.

어떤 식으로 아이들의 흥미를 유발할까. 스팀 수업은 재밌어야 될 것 같은데, ...(중

략)… 일상생활에서 가져온 예나 다른 상황에서 가져온 것으로 해서 물어봐도 좀 애  
들이 덜 딱딱하게 느끼고 좀 더 자유롭게 얘기를 해볼 수 있을 거라고 생각해서 …  
(중략)… 영화 얘기를 하고 배 실제 사진을 보여주고 영화 포스터를 보여주고 또 거  
기 안에서 발견된 물건들을 보여주면 애들이 조금은 적극적으로 하지 않을까 …(중  
략)… 애들이 화학에 대한 얘기만 나오면 지루하니까 기분 환기 식으로 잠깐.

(예비교사 C의 ‘사전 면담’ 내용 중에서)

### (3) 응용

평가에서 학생의 입장이나 STEAM 수업의 특성에 맞추기 위한 기준이 주로 고  
려된 것과 맥락을 같이하여, 응용에서도 이 기준에 따른 자료의 수정이 나타났는  
데, 공통적으로 ‘추가’가 활발하게 이루어졌다. A는 검색을 통해 실생활과 연계되는  
내용을 찾아 도입 활동으로 하였고, 예술과의 융합과 평가 요소를 위해 자신이 생  
각한 내용을 실험 활동에 추가하였다. B도 산염기 지시약의 원리를 이용하여 여러  
요소를 융합하여 다룰 수 있는 실험과 함께, 그 실험 내에 융합 요소와 평가 요소  
를 창작하여 추가하였다. C도 마찬가지로 학습자의 흥미를 증진하기 위해 실험의  
과정 일부를 변형하고 세부 활동과 형성 평가 요소, 동기 유발을 위한 도입 활동을  
추가하였다.

한편, 평가에서 고려된 기준과는 다른 기준의 응용도 일어났는데, A는 교사 입  
장에서 정확히 설명하기 애매하여 학생들이 이해하기 어렵다고 판단되는 내용을  
제거하였고, C는 위험하다고 판단되거나 구하기 어려운 실험 재료를 변경하여 실험  
활동을 변형하였고 실험 시의 안전 수칙에 대한 내용을 추가하는 등 실험 수업  
에서 학생들의 안전을 중요하게 고려하는 모습을 보였다.

이유가 없는데 내는 건 학생들을 헛갈리게 할 것 같아서… 학생들이 ‘왜 넣어요?’ 그  
러면 화학적으로 그걸 넣는 이유를 설명할 수 없고. 그런데 선생님은 그냥 현상이  
이래서 …(중략)… 설명을 잘 못하니까. 그래서 안 될 것 같아서 뺐어요.

(예비교사 A의 ‘사전 면담’ 내용 중에서)

시험관 9개와 철판을 사용한 것 같은데, 그 금속 용액이랑. 근데 그 유리가 위험할 것 같아서 그런데 플라스틱으로 해도 무방할 것 같아서 흙판으로 바꿨고, 또 철판은 구하기가 힘든데 제가 일반화학실험 수업을 들을 때 납판이 있었거든요. 그래서 바꿨어요.

(예비교사 C의 '사전 면담' 내용 중에서)

A의 경우 수업을 계획하는 단계에서만 아니라 수업을 진행하고 있는 중에도 자료를 추가하였다. 즉 실험 활동이 계획보다 일찍 끝나게 되자 예전에 검색해 보았던 기억을 되살려 수업 중에 재빨리 과학과 예술의 접목과 관련된 동영상을 인터넷에서 즉시 검색하여 학생들에게 보여주며 설명해 주는 활동을 추가하였다.

실험이 너무 생각보다 빨리 끝나는 거예요. ...(중략)... 제가 집에서 봤던 동영상을 틀어줬는데 ...(중략)... 작품에 대해서 더 상세하게 정보를 제공해주면 좋았을 텐데 그러지 못했던 점이 되게 아쉬웠어요.

(예비교사 A의 '사후 면담' 내용 중에서)

또한 사후 면담을 통해, 다음 수업을 위한 자료의 응용 여부에 대하여도 조사하였다. 3명 모두 공통적으로 자신의 수업을 개선하고자 하는 의미에서 변형과 추가를 고려하였는데, 학생들을 수업에 더욱 적극적으로 참여하도록 하고 융합 요소 간의 연계나 활동 간의 연계를 이해하기 위한 부분을 보완하려는 방안을 제시하였다. A는 교사가 적극적으로 개입하는 부분은 제거하고 학생 주도적 실험 활동으로 변형해야 한다는 의견을 제시하여 학습자 중심 수업으로의 방향을 더욱 확실히 하였고, 융합 요소 중 공학 요소가 부족했으므로 관련 활동을 더 추가해야 하며 수업 중에 추가한 과학과 예술 접목 동영상에서도 그 원리를 이해하는 활동을 추가할 필요가 있다고 하였다. B의 경우에도 자신의 수업 중 개념을 설명하는 부분이 교사 위주로 진행되어 이를 학생의 흥미 유발을 위한 내용으로 변형할 필요가 있고, 학생들의 오개념과 관련된 활동이 더 추가되어야 한다는 의견을 제시하는 등 학생의 입장을 고려하는 활동을 더욱 필요로 하였다. C의 경우에도 학생의 입장을 고려한 응용을 제시하였는데, 이번 수업에서 POE 모형을 적용하여 구성하였으나 순환학습 모형을 적용하면 더욱 학생의 참여를 유도할 수 있을 것이라 생각하여 자료를 변

형시키고자 하였다.

한편 B와 C는 학생의 개념 이해를 중시하였는데, B는 실험 결과와 과학 개념을 연계해 줄 수 있는 요소를 추가할 필요가 있다고 하였고, C는 실험 결과에 대해 교사가 직접 설명하는 부분을 더욱 늘려야 한다는 의견을 제시하였다.

조금 걸리는 건 학생들이 활동한 것만 기억하면 어떡하나 생각이 좀 들거든요. …(중략)… 실제 활동하는 건 기억에 많이 남는데, …(중략)… 과학적인 내용은 완전 배제되는 상황에서 기억하면 어떡하나 라는 생각이 좀 들더라구요. 실험과 과학적인 내용과의 연계를 교사가 매우 신중하게 고려해야 될 것 같아요. 실험 중에도 계속 언급을 해주고, 신중하게 고려해서 그런 얘기를 자주 해주는 수밖에 없는 것 같아요.

(예비교사 B의 ‘사후 면담’ 내용 중에서)

내용을 설명하는 시간을 늘렸으면 좋겠어요. 실험 위주로만 가다보니까 …(중략)… 고등학교 애들은 학업 수준 차이가 많이 나는데 뭘 하는지 모르겠는 애들이 있을 것 같아서. …(중략)… 실험을 통해서 애들이 알거라고 생각했는데 실제로는 안 그럴 것 같아요. 뭔가 내용을 설명하는 부분이 더 들어가야 되지 않을까. 교과서도 참고를 더 많이 하고.

(예비교사 C의 ‘사후 면담’ 내용 중에서)

### 3.3 예비교사의 STEAM 수업 시연 과정에서의 어려움과 교육요구, STEAM 교육에 대한 견해

#### (1) 시연 과정 중 어려웠던 점

예비교사가 STEAM 수업을 계획하는 단계에서 겪은 어려운 점 중 가장 큰 부분은 STEAM 수업에 맞는 주제를 결정하고 그에 따른 요소들을 찾아 구성하는 것이었다. A는 STEAM 수업을 구성할 수 있는 수업의 주제가 한정되어 있어 그에 맞는 주제를 결정하는 것이 매우 어려웠으나, 주제를 정한 이후에는 큰 어려움 없이 수



업을 계획하였다고 응답하였다. 반면 B와 C는 주제 선정 이후에도 어려움을 겪었는데, B의 경우에는 수업 시간의 배분에 있어 특별히 힘든 점을 느꼈고, 5가지 과목 요소가 모두 포함될 필요가 없음을 인지하고 있음에도 불구하고 이를 모두 다룰 수 있는 수업을 구성하기 위해 노력하였다. C는 수업지도안을 작성하는 것을 어려워하였고, STEAM 수업에서 여러 요소를 고려한 활동을 다채롭게 구성해야 하고 학생의 흥미 유발을 위해 상황 제시의 소재를 찾아야 한다는 면에서 어려움을 느꼈다. 특히 C는 “실험을 하면서 교사가 시간이 남잖아요. 그때 뭘 해야 할 지 모르겠어요.” 라고 응답하면서 학생 활동이 중심이 되는 수업에 대한 불안함을 드러내기도 하였다.

## (2) STEAM 워크숍에 대한 평가와 교육요구

예비교사들은 수업 준비 전에 강좌를 통해 진행된 STEAM 워크숍에 대해 대체적으로 만족하였으나, 이미 개발된 수업지도안과 학생 활동지를 분석할 때 다양한 주제의 자료를 제공해 주고 STEAM 수업에서의 과목 요소나 단계 요소에 대한 더 자세한 분석이 필요하다는 의견을 제시하였다. 그 외에 A는 모든 수강생들이 STEAM 수업을 경험할 수 있도록 워크숍 시 간단하게 수업을 계획하고 교사와 학생의 입장이 되어 일부 수업을 조별로 진행하고 서로 의견을 주고받는 활동을 제안하였다. 또한 융합되는 여러 분야와 관련된 자료들을 보유한 데이터베이스의 필요성에 대해서도 언급하였다. C는 수업을 계획할 때 전문가에게 중간 과정을 점검 받고 수정 및 보완할 수 있는 멘토링 과정이 있다면 더욱 효과적일 것이라고 언급하였다.

## (3) STEAM 교육에 대한 견해

사후 면담에서 예비교사가 생각하는 STEAM 교육의 정의 및 필요성, STEAM 교육에서 가장 중요하다고 생각하는 점, 현장 정착 여부 등 예비교사의 STEAM 교육에 대한 견해에 대해 질문하였다. A는 STEAM 교육에 대해 매우 긍정적인 생각을 갖고 있었다. STEAM 수업은 학생들의 흥미를 증진시키고 과학의 필요성을 일깨워

주기에 매우 바람직한 수업이라 생각하였고, 입시에 직면한 고등학교 2, 3학년에서도 수능 기출 문제를 바탕으로 하여 기술이나 공학이 접목된 내용으로 구성한다면 충분히 STEAM 수업을 진행할 수 있을 것이라 제안하기도 하였다. 반면 B와 C는 STEAM 수업의 장점에 대해서는 공감하고 있으나, 실제로 진행할 때 많은 어려움이 있어 정착하기에 어려울 것이라는 생각을 갖고 있었다. B는 중학교에서는 가능할 수 있으나 고등학교에서의 정착은 어려울 것이며, 기술과 공학 요소의 접목으로 내용이 너무 어려워질 수 있어 이 부분을 주의하여 수업을 구성해야 한다고 하였다. C는 교과서를 거의 그대로 따라 진행하는 일반 수업에 비해 STEAM 수업은 자유로운 재구성이 가능하고 학생들의 경험의 폭을 넓혀 주는 활동이 많아 매우 유익하다고 생각하였다. 그러나 수업 준비를 위해 교사의 노력이 많이 필요하고 기존 교육과정에 맞추어 진행되어야 하므로 실제로 진행하기에는 어려움이 따르며, 특히 고등학교 3학년에서의 적용은 매우 어렵다고 하였다.

#### 4. 논의

예비교사의 사전, 사후 면담과 수업 관찰을 통해 분석한 STEAM-PCK와 PDC, 그리고 사후 면담에서 조사한 어려움과 교육요구, STEAM 수업에 대한 견해의 전체적인 연구 결과를 바탕으로, STEAM 교육에 시사점을 주는 4가지 논의점을 추출하였다.

##### 4.1 STEAM 수업의 요소에 대한 이해 부족

STEAM 수업 시연 전 워크숍에서 STEAM 수업의 5가지 과목 요소와 3가지 단계 요소, 수업 계획 시 주의점 등을 특히 강조하였다. 그러나 예비교사들은 PDC의 평가 단계에서 나타난 분석 결과와 같이, 여전히 5개의 과목 요소가 수업에 모두 포함되어야 한다는 생각을 갖고 있었고 이 때문에 많은 어려움을 겪었다. STEAM 수업에서는 주제의 특성이나 교사의 의도에 따라 일부 과목만을 포함할 수 있으며, 연계되는 과목 간의 자연스러운 융합과 이를 통한 융합적 소양을 갖추도록 하는데 더 중점을 두어야 한다(한국과학창의재단, 2012). 따라서 STEAM 수업의 예시 자

료에서 각 요소에 해당하는 내용이 무엇이며 어떻게 구현되었는지 설명하는 것 외에도 그 수업이 각 요소의 융합을 통해 어떠한 목표를 달성하고자 하는지를 생각해 보는 활동도 필요할 것이다.

또한 예비교사들은 STEAM 수업에서 강조하는 학습 준거이자 단계 요소인 상황 제시를 도입부의 동기 유발 요소 정도로만 생각하였다. 이는 예비과학교사들이 과학과 예술 STEAM 수업 시연에서 도입 부분에서만 동기유발용으로 영화를 활용하고 이를 수업의 전체 맥락과 접목하지 못한 선행연구(손연아, 2012)의 결과와 유사하다. STEAM 수업에서의 상황 제시는 실생활과 관련된 여러 교과와 융합된 내용을 통해 학습자의 동기를 유발하고 수업 전체를 포괄할 수 있어야 하므로(백운수 등, 2012), STEAM-PCK에서 교육과정에 관한 지식인 수업 요소의 배치와 교수전략에 관한 지식인 수업 참여 촉진 전략이 서로 상호작용하여 나타날 때 STEAM 수업이 효과적으로 이루어질 수 있다. 즉, 실생활과 연계된 상황을 도입부에서만 제시하는 데 그침으로써 잠깐 동안 흥미를 이끄는 수준에 머무를 수 있으므로, 도입부에서 제시하는 상황이 수업 내용 전체를 끌여가는 동기 요소가 될 수 있도록 수업을 구성하려고 노력해야 한다.

예비교사들은 STEAM 수업의 중요한 학습 준거인 창의적 설계를 학습 목표로 고려하지 않았음은 물론, 생각의 다양성 정도로 축소시키거나 잘못 이해하여 수업을 구성하였다. 재료와 절차가 모두 안내된 실험이었으므로 창의적 설계 전략이 반영된 것이라 볼 수 없었으나, 예비교사들은 실험의 결과물에 예술적 다양성을 표현하는 활동이므로 창의적 설계 전략이라고 강조하고 있었다. 반면 A의 경우에는 실생활 문제 해결을 위한 논의와 발표에서 학생들의 창의성 발현을 고려한 활동이 있었음에도 불구하고, 이를 창의적 설계와 관련짓지 못하고 있었다. 즉, 예비교사들은 창의적 설계의 중요성을 고려하나 이에 대한 이해 수준은 낮다고 볼 수 있으므로, 워크숍에서 창의적 설계의 정확한 의미를 설명하고 이 요소가 반영된 예시 자료에 대한 분석 활동을 보다 강화할 필요가 있다.

## 4.2 구성주의적 접근의 미흡

모든 예비교사가 STEAM-PCK의 교수전략 측면이나 PDC의 평가 단계에서 학생

의 흥미와 동기 유발을 고려하는 등 학생을 중심으로 수업을 구성하고자 하는 노력을 보였으나, 수업 모형의 적용이나 개념 설명, 상호작용, 평가 등에 있어서의 구성주의적 접근은 매우 미흡한 것으로 나타났다. 이는 예비교사들이 STEAM 수업이 학습자가 중심이 되는 수업으로 구성되어야 함을 인식하고는 있으나 이를 도입이나 실험 활동에만 적용하고, 개념 설명 부분이나 평가에 있어서는 구성주의적으로 접근해야 함을 인식하지 못하고 있음을 보여준다. 2명의 예비교사는 이전 강의에서 배운 POE나 순환학습 모형의 구성주의 교수법을 적용하였으나, 이 역시 POE의 설명 단계나 순환학습의 개념 도입 단계에서 PPT를 보여주거나 판서하며 설명하는 등의 교사의 일방적 설명으로 일관하여 학습자가 중심이 되지 못하였다. 이는 예비과학교사가 과학수업 모형을 적용한 수업을 시연할 때 수업 모형의 전반적 이론은 잘 파악하고 있으나 각 단계의 특성과 적용 방법에 대해 잘 이해하지 못했던 선행연구(양미선 등, 2012)의 결과와 같은 맥락이다. 즉, 예비교사가 구성주의 교수 모형을 적용하려 노력하더라도 제대로 구현하는 것은 매우 어렵다. 심지어 나머지 한 명의 예비교사는 구성주의 교수법 적용의 필요성을 전혀 느끼지 못하였으며, STEAM을 하나의 수업 모형으로 인식하고 있었다. 따라서 과학 수업 모형을 다루는 강좌에서 수업 모형의 의미와 전반적 내용은 물론, 각 단계에 대한 자세한 설명과 적용 예시 등을 다루는 활동이 진행될 필요가 있고, 예비교사에게 구성주의 학습 이론이 반영된 STEAM 수업을 예로 들어 설명해 준다면 STEAM 교육이 지향하는 학습자 중심의 수업이 더욱 효과적으로 구성될 수 있을 것이다.

교사의 다양한 질문을 통해 학생들이 자신의 생각을 표현하거나 서로의 생각을 갖고 토의하는 기회를 제공하는 등의 교사-학생 또는 학생 간 상호작용은 모든 예비교사의 수업에서 고려되지 않았으나, 수업 관찰 결과, 교사의 발문을 통한 교사-학생 간 상호작용은 비교적 잘 이루어졌다. 예비교사들이 STEAM 수업이 학생이 흥미를 느끼고 참여할 수 있도록 진행되어야 함을 중요하게 인식하고 있었기 때문에, 상호작용 전략에 대한 사전 고려 없이도 실제 수업에서 유사한 부분이 나타났다고 볼 수 있다. 그러나 학생 간 상호작용은 거의 나타나지 않았다. STEAM 수업에서도 동료와의 협력학습이 이루어질 수 있는 창의적 설계 활동이 중요시되고(한국과학창의재단, 2012), 상호작용을 통해 학습자가 스스로 개념을 이해하는 기회를 가질 수 있으므로, 수업을 계획할 때 학생 간의 상호작용이 활발히 진행될 수 있는

활동이나 상호작용을 촉진할 수 있는 전략을 충분히 고려하여 반영해야 함을 예비 교사들에게 안내할 필요가 있다. 또한 예비교사들은 전통적인 평가 관점을 견지하고 있음을 알 수 있었다. 구성주의 관점의 평가는 학생 간 경쟁에 기반을 두는 전통적 관점의 평가보다 바람직하며, 비구조화되고 학생 중심 활동을 중시하는 STEAM 교육에서 더욱 효과적으로 발현될 수 있다. 특히, 예비교사의 평가 영역 PCK는 쉽게 바뀌지 않으므로(노태희 등, 2012), 예비교사 교육 시 구성주의 평가관에 대한 이해와 실행을 강조하여 예비교사들이 이를 STEAM 수업에 적극적으로 반영할 수 있도록 해야 한다.

한편, 수업 중의 개념 이해 단계가 대부분 교사의 일방적 설명으로 이루어져 구성주의적 접근이 효과적으로 이루어지지 못한 것은 STEAM-PCK의 학생에 관한 지식이 교수전략에 관한 지식 중의 학습자 중심 전략에 잘 반영되지 못한 결과일 수도 있다. 반면 예비교사들은 상호작용 전략이나 구성주의적 평가를 수업 전에는 고려하지 않았으나 실제 수업에서는 교사-학생 간 상호작용이 일부 나타났고 학생에 대한 피드백을 통한 평가도 이루어졌다. 이는 학생에 관한 지식과 STEAM 수업에서 강조되는 창의적 설계 전략이나 학습자 중심 전략에 관한 지식이 상호작용 전략이나 평가에 관한 지식에 긍정적 영향을 주었을 것으로 해석할 수 있다. 이러한 결과는 PCK 구성 요소 간의 상호작용이 교사의 지식 체계를 잘 나타내 줄 수 있음을 보여준 선행연구(박재성 등, 2017)의 결과와 유사하다. 즉, STEAM-PCK의 구성 요소 간의 상호작용이 STEAM 수업이 보다 구성주의적으로 실행되는 데 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다.

#### 4.3 수업에 포함되는 다양한 교과에 대한 내용 지식의 부족

STEAM 수업은 과학 지식뿐만 아니라 융합되는 다른 교과 영역에 대한 지식을 포함하고 있으므로, 교사는 STEAM 수업을 할 때 내용 지식과 관련한 어려움을 겪을 가능성이 높다(노희진, 백성혜, 2014; 신영준, 한선관, 2011). 이번 연구에서 화학이 전공인 예비교사들은 수업 중에 화학 외의 다른 분야에 대한 질문에 대해 잘못된 개념을 답하기도 하였고, 주제와 관련된 기술과 공학 분야의 내용을 어느 정도 수준까지 설명해야 하는지에 대해 고민하였다. 따라서 수업 준비 과정에서 융합되

는 요소의 내용 지식이나 수준, 해당 과목의 교육과정에 관해서도 미리 고려하도록 해야 한다. 특히, 선행연구(노희진, 백성혜, 2014)에서 STEAM 수업 경험이 있는 현장 교사들이 학생들의 사고 확장을 위해 기술과 공학 분야를 도입하는 것이 중요하다고 인식하였으므로, 기술과 공학에 대한 어려운 내용을 다루거나 수업에서 배제하기보다는 탐구 과정에 자연스럽게 녹아들 수 있는 수업을 구성하는 방법을 안내할 필요가 있다. 기술, 공학 분야의 융합은 주로 과학 이론이 적용된 제품이나 기술에 대한 실생활 사례가 주로 제시되었으나, 금속판 자르기 등 기술, 공학과 관련성이 낮은 요소를 기술, 공학 요소로 생각한 경우도 있었으므로, 학년별로 적절한 기준안과 예시를 제공할 필요성이 있다. 이때, 타 과목에 대한 접근성을 고려하여 STEAM 수업에 자주 활용되는 단원을 중심으로 교사에게 도움이 되는 데이터베이스를 구축하거나, 관련 교과와 온라인 교사 모임 등을 통해서 교과 내용과 과학 탐구 과정 지식에 관한 노하우가 공유되도록 할 필요가 있다.

#### 4.4 예비교사의 교수학습관 STEAM 교육에 대한 견해의 변화

이번 연구에서 예비교사의 교수학습관을 직접 조사하지는 않았으나, C의 경우 교사가 수업을 이끌어야 하고 수업의 장악력이나 학생 태도에 대한 통제의 입장을 고수하는 것으로 보아 비교적 전통적 교수학습관을 지니고 있음을 알 수 있다. 그러나 C는 시연 과정에서 STEAM 수업임을 고려하여 학생의 흥미 유발과 수업에의 적극적 참여에 중요성을 두고 이를 위해 노력하였다. 예비교사들의 교수학습관은 오랜 기간 동안 학교 교육을 받아오면서 교사들의 수업을 지켜보며 나름대로 정립된 것이어서(Kagan, 1992) 쉽게 변화되지 않는다고 보고되고 있으나(Pajares, 1992), C의 사례는 STEAM 수업의 준비 및 실행이 예비교사의 교수학습관 변화에 미미하더라도 긍정적 효과를 줄 가능성을 시사한다.

한편, 수업 후에 B는 학생들이 실험 활동에서는 많이 흥미로워했으나 개념 설명 시간에 매우 지루해하여 실험 활동과 과학적 내용에 대한 설명 부분이 분리된 것을 아쉬워하였으며, C도 수업을 진행하면서 학생들의 실험 활동 시간 동안 교사가 무엇을 해야 하는지 몰라 어려움을 느꼈고 수업 전에 예비 실험을 했음에도 불구하고 실제 수업에서 예상치 못한 실험 결과가 나와 대처하기가 어려웠다고 응답하

는 등, 자신의 수업에 대해 만족하지 못하였다. 또한 사후 면담에서 B와 C는 STEAM 수업이 고등학교에서는 적용되기 어렵고 STEAM 교육으로 인한 교사의 업무 증가를 염려하며 STEAM 수업이라 하더라도 수업의 본래 틀에서 벗어나서는 안 된다고 응답하였다. 이를 통해 B와 C가 수업 후에 STEAM 교육에 대해 다소 부정적인 견해를 갖게 되었고, 전통적 교수학습관에서 벗어나지 못하였다는 것을 알 수 있다. 반면 A는 자신의 STEAM 수업에 대해 대체로 만족하면서, STEAM 교육에 대해 매우 긍정적인 생각을 갖고 있는 것으로 나타났다. 이는 STEAM 수업을 실행해 본 교사들은 학생들이 즐거움을 느끼는 것을 경험함으로써 STEAM 수업에 대해 강한 실행 의지를 가진다는 선행연구(노희진, 백성혜, 2014)의 결과와 유사하다. 즉, STEAM 교육에 대해 긍정적으로 인식하고 학교 현장에서 보다 적극적으로 STEAM 수업을 적용하기 위해서는 예비교사 단계에서부터 STEAM 수업에 대한 성공적인 경험이 필요하다. 따라서 수업 경험이 거의 없는 예비교사에게 멘토링 또는 코칭 등의 교육 프로그램을 통하여 STEAM 수업 준비에 대한 직접적인 도움을 제공함으로써 예비교사의 두려움을 감소시키고 수업을 받는 학생들의 긍정적 반응을 이끌어 내어 수업 시연을 성공적으로 실행할 기회를 줄 필요가 있다.

## 5. 결론과 제언

이 연구에서는 예비교사의 STEAM 교육에 대한 전문성을 향상시키기 위해, 3명의 예비과학교사가 STEAM 교육에 대한 2시간의 워크숍을 받은 후 STEAM 수업을 계획하고 시연하는 과정 전반에서 나타나는 특징을 STEAM-PCK와 PDC 측면에서 분석하고, 어려움과 교육요구, STEAM 교육에 대한 견해를 조사하였다.

연구 결과, 예비교사들은 STEAM 수업이 학생의 흥미를 유발하고 실생활과 연계되어야 하며 학생 중심의 활동으로 진행되어야 한다는 생각을 바탕으로 수업을 계획하였고, STEAM 수업의 단계 요소를 충분히 반영하려고 노력하는 것으로 나타났다. 또한 교과서나 기존 개발된 STEAM 수업 자료 등을 그대로 또는 변형하여 사용하기 보다는 자신의 이전 경험을 바탕으로 인터넷 검색 자료나 창의적인 내용을 배치하여 수업 자료를 구성하였고, 이때 학생의 흥미와 인지적 수준, STEAM 과목 요소의 포함 여부 등을 고려하였다. 예비교사들이 가장 어려웠던 점으로 꼽은 것은

STEAM 수업에 맞는 주제를 선정하고 그에 따른 과목 요소를 찾는 것이었으며, 일부 예비교사는 수업 중 교사의 역할이 거의 없어서 불안함을 느끼기도 하였다. 자신의 수업에 비교적 만족하였다고 평가한 한 명의 예비교사는 STEAM 수업이 학교 현장에서 잘 적용될 수 있을 것이라는 긍정적 생각을 갖고 있는 반면, 만족하지 못한 2명의 예비교사는 STEAM 수업의 여러 장점에 대해서는 공감하나 학교 현장에서 실제로 진행할 때 많은 어려움이 따를 것이라는 생각을 갖고 있는 것으로 나타났다.

예비과학교사가 향후 학교 현장에서 STEAM 수업을 잘 적용하기 위해서는 사범 대학 교육과정에서부터 STEAM 교육이 다루어져야 하며, 예비과학교사를 위한 STEAM 교육 워크숍의 효과적인 운영을 위해 연구 결과를 바탕으로 다음과 같이 제안할 수 있다.

첫째, 워크숍에서 STEAM 수업을 효과적으로 진행할 수 있는 대상 학년과 주제에 대한 구체적 정보를 주어야 한다. 이번 연구에서 예비교사들이 산화환원 평형과 산염기 평형이 STEAM 수업에 적합한 단위이라 판단하여 수업의 주제로 선택했으나, 시연이 아닌 학교 현장이었다면 고등학교 2, 3학년에 해당되는 내용이라 STEAM 수업으로 진행하기 어려웠을 것이라는 부정적 생각을 갖고 있었다. 따라서 현실적으로 STEAM 수업이 활발히 진행될 수 있는 중학생이나 고등학교 1학년을 대상으로 하는 수업 주제 목록과 이미 개발되어 있는 각 학년별 자료들을 안내하고 자세히 분석하는 활동을 진행할 필요가 있다.

둘째, STEAM 수업 자료를 제작하는 방법과 수업 실행 시 주의할 점을 자세히 안내해야 한다. STEAM 수업의 자료를 제작할 때 STEAM 수업의 주제와 관련된 여러 내용들을 검색하고 발췌하여 전체 수업 자료를 새롭게 제작할 수도 있고, 또는 이미 개발되어 있는 수업지도안이나 활동지 등의 자료를 찾아 그대로 활용하거나 재구성할 수도 있으므로, 이러한 방법을 구체적으로 제시해 준다면 STEAM 수업은 준비하기 어려운 수업이라는 인식을 줄일 수 있을 것이다. 또한 STEAM 수업의 가장 큰 특징인 과목 요소 간의 융합이나, 단계 요소이자 학습의 준거가 되는 상황 제시, 창의적 설계 등에 대한 이해가 부족한 것으로 나타났으므로, 워크숍에서 이를 더욱 구체적으로 설명하고 예시 자료에 반영된 요소를 자세히 분석하는 과정을 추가할 필요가 있다.



셋째, 워크숍은 예비교사들이 구성주의 학습 이론을 접한 후에 진행하고, 워크숍에서 구성주의 교수 모형을 적용한 STEAM 교육에 대해 다루는 것이 효과적일 것이다. STEAM 수업을 시연하기 전의 강좌에서 구성주의 학습 이론이 다루어졌음에도 불구하고, STEAM 수업에서 예비교사들의 구성주의 학습 전략 및 평가의 구체적 구현은 다소 미흡한 것으로 나타났다. 그러나 STEAM 수업을 계획하고 준비하는 과정에서 가능한 학습자를 중심으로 생각하고 POE나 순환학습 등의 수업 모형을 적용하려 시도하는 등 비교적 구성주의 수업을 구성하기 위해 노력하였다. 만일 구성주의 학습 이론을 학습하기 이전에 STEAM 수업을 계획했다면 이를 반영하기 위한 시도조차 없었을 것이다. 따라서 예비교사들이 구성주의 학습 이론을 접한 후에 STEAM 교육에 대한 워크숍에 참여하여 구성주의 학습 이론을 다양하게 반영하는 기회를 갖는 것이 중요하다. 또한 STEAM 수업에 구성주의 교수 모형을 효과적으로 적용할 수 있도록, 워크숍에서 모형이 적용된 STEAM 수업을 예로 들어 설명해 줄 필요가 있다. 이를 통해 예비교사들이 STEAM 수업도 결국 구성주의 수업이라는 인식을 가지고 STEAM 교육의 목적에 보다 가까운 수업을 진행할 수 있을 것이다.

넷째, 시연 수업에 대한 만족도가 STEAM 교육에 대한 인식에 영향을 미칠 수 있으므로, 예비교사가 성공적인 STEAM 수업을 경험할 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 STEAM 수업의 준비 과정에서 전문가가 지속적으로 피드백을 주는 멘토링이나, 두 예비교사들이 수업에 함께 참여하여 수업에 대한 부담감을 완화하고 수업에 대한 자신감을 키울 수 있는 코칭(한재영 등, 2008) 등이 운영될 필요가 있다. 또한, 다양한 교과를 포함하는 STEAM 수업의 특성상, 사범대학의 여러 학과가 연계된 형태의 STEAM 교육 워크숍이나 강좌가 운영된다면, 전공이 다양한 예비교사들이 함께 수업을 준비하고 시연하는 활동을 통해 STEAM 교육에 대한 긍정적 인식이 확산되고 보다 질 높은 수업을 준비하는 역량을 키울 수 있을 것이다. 한편, 예비교사가 학교 현장에서 수업을 관찰함과 동시에 사범대학 교육과정에서 배운 이론들을 적용하여 직접 가르치는 경험을 하는 것이 예비교사에게 더 많은 영향을 줄 수 있으므로(곽영순, 2002), 교육 실습 시에도 실습 학교와 지도교사, 동료 실습 교사들의 협조를 통해 실제 학교 현장에서도 STEAM 수업을 직접 경험할 기회를 줄 필요가 있다.

## 제 4 장. 현직과학교사의 STEAM 수업 실행에서 나타나는 전문성 탐색: 문화역사적 활동이론(CHAT)의 측면에서(연구 II)<sup>5)</sup>

### 1. 연구 배경과 목적

현대 사회에서는 단일 분야에 국한된 지식과 사고만으로는 해결할 수 없는 생활의 복잡한 문제들에 대처하기 위해, 다양한 분야의 영역을 포괄하는 융합적이고 창의적인 사고력이 매우 중요한 능력으로 요구되고 있다(김정호, 2012; 백운수 등, 2011). 이에 최근 우리나라에서는 지식뿐만 아니라 감성과 창의성을 갖춘 학문의 경계를 넘나들 수 있는 융합형 인재를 양성하기 위한 새로운 과학교육 패러다임으로 STEAM 교육을 추진하고 있다. STEAM은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 교과가 자연스럽게 연계된 교수학습을 통해 융합적 소양과 실생활 문제해결력을 계발하는 데 그 목적을 두고 있다(한국과학창의재단, 2012). 교육부에서는 학교 현장에서 STEAM의 확대와 정착을 위해 2010년부터 한국과학창의재단과 지역 교육청 등을 통해 STEAM 교원연수, 교과 연구회 지원, 리더스쿨 운영 등의 사업을 추진하고 있고, 이를 토대로 다양한 STEAM 수업 자료와 프로그램이 개발 및 보급되고 있다.

교육정책의 최종적인 실현은 학교 수업의 변화를 통해 이루어지므로 학교 현장에 STEAM이 정착하기 위해서는 교사들이 STEAM의 필요성에 공감하고 STEAM 수업을 실행할 수 있는 전문성을 갖추는 것이 필수적이다. 그러나 많은 교사들이 STEAM 수업을 실행하는 데 다양한 어려움을 겪고 있는 실정이다. 특히, 교사들은 STEAM 수업 실행에 있어서 수업 내용 구성이나 자료 부족과 같은 수업 내적인 요인뿐만 아니라 학교 현장의 다양한 환경적 요인과 관련된 어려움을 겪는 것으로 보고되고 있다. STEAM 수업에서 초등 교사들이 겪는 어려움을 분석한 이정민과 신영준(2014)의 연구에 따르면, 교사들은 STEAM 수업에 대한 학부모의 인식 부족이나 STEAM 수업에 대해 보수적인 학교 현장의 분위기 등으로 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 또한, 이지원 등(2013)은 STEAM 교원연수를 이수한 후 STEAM 수

5) 연구 II는 한국과학교육학회지 35호 6권의 949-959쪽에 게재된 ‘중등 과학교사의 융합인재교육(STEAM) 실행에 대한 문화역사적 활동이론(CHAT) 측면에서의 이해’의 내용을 보완하고 재구성한 것임

업을 적용해 본 초등 교사들의 인식을 조사한 연구에서 교사들이 STEAM 수업의 적용에 필요한 수업 시수와 예산을 충분히 확보하는 데 어려움을 느낀다고 보고하였다. 박현주 등(2016)은 전국의 초·중·고를 대상으로 하여 STEAM 교육의 운영 현황을 조사하였는데, 그 결과 현직교사들이 STEAM 수업을 실행하지 못하는 가장 큰 이유는 다른 교사들과의 합의를 이끌어내는 것이 쉽지 않기 때문인 것으로 나타났다. 이외에도 여러 선행연구(신영준, 한선관, 2011; 이선경, 황세영, 2012; 이효녕 등, 2012)에서 교사의 STEAM 수업 실행을 위해 다양한 행·재정적 지원이 필요함을 강조하였다.

이와 같이 교사들의 STEAM 수업 실행에는 학부모의 인식, 학교 현장의 분위기, 행·재정적 지원 등이 영향을 미치므로, STEAM 수업에 대한 교사의 전문성은 교사 개인의 측면으로 접근하기보다는 교사를 둘러싼 공동체의 관점으로 접근할 필요가 있다(노희진, 백성혜, 2014; 이준기 등, 2013). 또한 유사한 맥락에서, STEAM 수업에 대한 교사 전문성을 나타내는 STEAM-PCK(김방희, 김진수, 2013; 최숙영 등, 2015)의 구성 요소 중 수업 시간이나 공간, 수업 자원, 학생, 공동체, 지역사회 등을 포함하는 요소인 상황 지식 요소(최승현, 곽영순, 2007)가 교사의 STEAM 수업 실행에 중요하게 작용하기도 한다(오희진, 2012). 따라서 STEAM 수업 실행에서의 교사의 전문성과 관련하여 교사가 속한 공동체의 특성이나 교과 간 대립과 경쟁, 학교의 제도적·문화적 여건 등의 학교 현장의 현실적 한계를 심층적으로 조사하는 연구가 필요하다.

인간의 활동체계를 개인적 차원에서만 접근하는 것이 아니라 집단적 활동과 연계하여 이해함으로써 체계적으로 접근하는 CHAT는 교사의 STEAM 수업 실행에서 나타나는 다양한 환경적 요인을 종합적으로 고려하여 교사의 전문성을 분석하기 위한 유용한 도구가 될 수 있다(윤창국, 박상옥, 2012; Roth *et al.*, 2009). CHAT는 개별 주체와 집단적 활동을 연계하여 이해함으로써 학습이 갖는 집단적 속성이나 개인과 상황맥락 간의 복잡한 상호작용에 대한 유용한 분석틀을 제공하고(Engeström, 1987), 이러한 상호작용이 개인의 내적 사고 과정과 외적인 행동을 어떻게 변화시키는지 이해할 수 있도록 한다(Saka *et al.*, 2009). 문화역사적 심리학에서 유래한 CHAT는 교육학 연구에도 많은 영향을 미쳤는데, 최근에는 국내 과학교육 연구에서도 많은 주목을 받고 있다. CHAT를 적용하여 과학 수업의 분석 도구를

개발하거나(정진수, 이용주, 2013), 교사들의 과학관 학습 실행을 CHAT로 분석하고(한문정 등, 2014), 과학 수업에서 형성되는 사회 문화적 맥락의 특징을 파악하기 위해 CHAT를 활용하기도 하는(천은점 등, 2015) 등 과학 수업 관련 연구에서 CHAT가 매우 유용하게 활용됨을 알 수 있다. 특히, 학교가 갖는 다양한 상황맥락적 요소(안정용 등, 2013)나 교사 공동체 활동에서 교과 간의 문화와 견해 차이(이준기 등, 2013) 등이 교사의 STEAM 수업 실행에 영향을 미친다고 보고되고 있으므로, CHAT는 교사의 STEAM 수업 실행에서 나타나는 전문성을 환경적 요인과 관련하여 해석하는 데 의미 있는 관점을 제공할 수 있다.

한편, 교사들의 STEAM 수업 실행과 관련하여 실행된 연구들은 주로 STEAM 연구학교에 근무하거나 STEAM 교사연구회에 소속되어 있는 등 비교적 긍정적인 환경의 교사들을 연구 참여자로 선정하였으므로(강창익 등, 2013; 노희진, 백성혜, 2014; 유병규 등, 2014; 한혜숙, 이화정, 2012), 다양한 환경적 요인과 관련하여 겪을 수 있는 어려움이나 갈등을 탐색하기 어려웠다. 따라서 STEAM 관련 지원을 받지 않는 교사들의 STEAM 수업 실행 과정을 심층적으로 탐색하는 연구가 필요하다.

이에 본 연구에서는 CHAT를 바탕으로 한 사례연구를 통해, 현직과학교사가 STEAM 수업을 실행하는 과정을 분석하였다. 이를 통해 교사들이 학교 현장에서 STEAM 수업을 실행할 때 겪는 다양한 어려움이나 갈등, 이를 극복하는 과정 등을 심층적으로 조사함으로써, STEAM 수업이 학교 현장에 성공적으로 정착하기 위한 다양한 시사점을 도출하고자 하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구 참여자

서울특별시에 소재한 고등학교에서 STEAM 수업을 실행하고 있는 교사 2명을 연구 참여자로 선정하였다. 연구 목적을 고려하여 STEAM과 관련된 지원을 받지 않고, 과학과의 일반적인 교육과정 안에서 STEAM 수업을 실행하고 있는 과학교사 중 연구에 자발적인 참여 의사를 밝힌 교사 A, B를 연구 참여자로 선정하였다. 두 교사 모두 화학 전공의 여교사이며, 경력은 각각 1년과 15년이었다.

## 2.2 연구 절차

CHAT와 관련된 선행연구(한문정 등, 2014; Saka *et al.*, 2009)에서는 활동체계의 6가지 요소로 주체, 객체, 공동체, 규칙, 분업, 도구를 제시하고 있다. 따라서 본 연구에서도 이러한 선행연구를 참고하여 교사의 STEAM 수업 실행에 대한 분석에 적합한 CHAT의 6가지 요소별 내용을 추출하여 분석틀을 제작하였다.

자료의 수집은 심층 면담, 수업 관찰 및 관찰노트 작성, 교사가 제작한 교수학습 자료의 수집 등을 통한 다양한 방식으로 이루어졌다. 우선, 각 교사별로 3-5차례씩 반구조화된 면담을 실시하여 각 교사의 활동체계에 대한 정보를 수집하였다. 기본적으로 계획된 STEAM 수업을 진행하기 전, 후에 면담을 실시하였으며, 이후 추가적인 면담이 필요한 경우 추가 면담을 진행하였다. 모든 STEAM 수업<sup>6)</sup>을 연구자 중 1인이 참관하며 관찰노트를 작성하였고, 동영상으로 촬영하였다. 또한, 각 교사가 근무하는 학교와 교무실, 학급 분위기 등을 관찰하며 연구와 관련될 수 있는 특징 등을 기록하였다.

STEAM 수업을 진행하기 전에 실시한 사전 면담에서는 교사의 배경 변인, STEAM에 대한 인식과 신념 등에 대해 질문하였다. STEAM 수업 진행 후에 이루어진 사후 면담에서는 수업의 목표 및 실행 정도, 실행에 영향을 미친 요인, 수업 관찰에서의 특징적인 측면과 외부 요인들의 영향 등에 대해 활동체계의 각 요소를 중심으로 질문하였다. 이후, 추가 면담에서는 수집한 자료들의 예비 분석 결과를 바탕으로 STEAM에 대한 교사의 인식 변화, STEAM 수업에 대한 앞으로의 계획 등을 질문하였다. 추가 면담을 제외한 모든 면담은 각각 40-60분 정도 진행되었으며, 추가 면담은 10-20분 정도 소요되었다. 모든 면담은 녹음하고, 전사본을 작성하여 분석하였다.

---

6) 각 연구 참여자의 STEAM 수업에 대한 구체적 내용은 ‘연구 결과와 논의’의 활동체계의 구성요소 분석 중 ‘(2) 객체’에 자세하게 기술되어 있다.

## 2.3 분석 방법

자료의 분석을 통해 도출한 범주를 바탕으로 자료를 재검토하는 과정을 지속적으로 반복함으로써 범주를 정교화시키는 지속적 비교 방법(constant comparative method; Strauss & Corbin, 1998)을 사용하였다. 즉, 수집한 모든 자료들을 활동체계의 요소에 따라 분류하고, 요소별 내용을 심층적으로 분석하기 위해 수업 촬영 동영상과 면담 전사본 등의 모든 자료를 반복적으로 분석하여 각 요소의 의미를 구체화하였다. 이후, 요소별로 추가되어야 할 내용을 추가 면담과 자료 검색을 통해 보충하여 교사의 STEAM 수업 실행<sup>7)</sup>에 대한 활동체계의 구성요소를 <표 13>과 같이 완성하였다. 이를 바탕으로 각 교사의 활동체계를 구체적으로 분석하여 기술하였다.

모든 연구자들 간의 논의를 통해 추출한 결과의 의미를 생성하고 합의된 결과를 도출하였고, 분석 결과의 타당성을 확보하기 위해 도출한 결과를 모든 수집 자료들과 지속적으로 비교함으로써 정당화하는 과정을 거쳤다. 또한, 분석틀 제작과 자료 분석 과정에서 STEAM 관련 연구 경험을 가진 과학교육 전문가와 STEAM 수업 경험을 가진 현직교사, 과학교육전공 대학원생으로 구성된 집단 세미나를 수차례 실시하여 연구 결과의 해석 및 논의의 타당성을 점검받았다.

---

7) 교사가 STEAM 수업을 다양한 방법으로 준비하고 학생들에게 STEAM 수업을 진행하고 이후 반성하는 전반의 과정을 교사의 STEAM 수업 실행이라 하였고, 이는 ‘객체’로서의 STEAM 수업은 물론 나머지 5가지 요소들을 모두 포함하고 있는 활동체계를 의미함

〈표 13〉 교사의 STEAM 수업 실행에 대한 활동체계의 구성요소

구성 요소	내용
주체: STEAM 수업을 실행하는 교사	<ul style="list-style-type: none"> <li>교사의 개인적 배경(교직 경력, 업무량, 교수학습관, 교육적 불만족 등)</li> <li>STEAM에 대한 인식</li> <li>STEAM 수업의 실행 동기와 경험</li> </ul>
객체: STEAM 수업	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구 참여 교사의 STEAM 수업의 목표 및 내용, 관련 교수 전략, 교수학습 활동</li> <li>STEAM 수업의 일반적인 특성</li> </ul>
공동체: STEAM 수업과 관련된 공동체	<ul style="list-style-type: none"> <li>학생 및 학부모의 문화(특징, 분위기)</li> <li>동료교사 문화(특징, 분위기)</li> <li>학교 관리자의 문화(특징, 분위기)</li> <li>교과 연구회 등의 교사 모임</li> </ul>
규칙: STEAM 수업과 관련된 방침	<ul style="list-style-type: none"> <li>STEAM 수업과 관련된 학교나 교육청의 방침</li> <li>STEAM 수업과 관련된 교육과정, 학교교육계획, 학생평가계획(성적) 등</li> <li>교원 평가 시스템 (학생 평가, 동료 평가, 관리자 평가 등)</li> <li>STEAM 수업에서의 규칙</li> </ul>
분업: STEAM 수업과 관련된 주변의 역할	<ul style="list-style-type: none"> <li>동료교사의 역할</li> <li>실험보조원(실험조교)의 도움</li> <li>학생 및 학부모의 역할</li> </ul>
도구: STEAM 수업과 관련된 자료 및 도구	<ul style="list-style-type: none"> <li>STEAM 수업의 교수학습자료 및 교구</li> <li>멀티미디어 도구(컴퓨터, 태블릿PC, 스마트폰 등)</li> <li>교실을 포함한 학교의 환경(교실, 실험실 등)</li> </ul>

### 3. 연구 결과와 논의

#### 3.1 교사 A의 STEAM 수업 실행에 대한 활동체계의 구성요소 분석

A는 STEAM 수업을 매주 한 차시 씩 실행하고 있었고, STEAM 수업 실행의 경험이 많지는 않았으나 매우 긍정적인 인식을 갖고 있었다. 교사 A의 활동체계 구성요소를 분석한 결과는 다음과 같고, 이 내용을 <표 14>에 요약하였다.

##### (1) 주체

A는 경력 1년의 초임교사였으며, 최종학력은 학사였다. 사전 면담에서 A는 “교사 중심의 강의식 수업에는 자신 있으나 학생 중심 활동을 구성하고 이를 실행하는 데에는 많이 부족하다”고 응답하여, 자신이 구성주의적 수업을 실행하는 능력이 부족하다고 인식하고 있었다. 학교에서의 업무는 학급 담임과 학생 징계 관리와 관련된 일을 맡고 있었으나, 동료교사에 비해 업무가 많은 편은 아니었다.

A는 사범대학에 재학할 때 수강한 교과교육론 강좌를 통해 STEAM의 도입 배경과 특징, 목적 등에 대해서 간단히 알고 있었다. 또한 STEAM 수업이 교사의 업무량을 증가시킬 수는 있으나 시대적 흐름이나 과학교육의 목표와 잘 부합하고 학생들이 과학에 대한 흥미를 갖게 하는 데 효과적이라고 응답하는 등 STEAM에 대해 긍정적인 인식을 갖고 있었다.

A가 STEAM 수업을 하게 된 데에는 동료교사의 영향이 크게 작용하였다. A는 STEAM 수업을 진행하고 있는 동료교사와 같은 교과를 담당하게 되면서, STEAM 수업을 함께 해보자는 권유에 응하게 되었다. 이에 대해 A는 “자신이 초임교사여서 열정이 있었고, STEAM 수업을 해 볼 수 있는 것이 흔치 않은 기회라고 생각하여 동료교사의 권유에 적극적으로 응하게 되었다”고 응답하였다. A는 그동안 한 학기 정도의 STEAM 수업 실행 경험을 갖고 있었다.



## (2) 객체

A의 STEAM 수업은 1학년을 대상으로 고등학교 과학의 수업 중에 진행되었다. 커리큘럼은 고등학교 과학의 2부 ‘과학과 문명’을 주제별로 재구성하여 담당교사들의 협의를 통해 구성되었는데, 해당 학기의 커리큘럼은 ‘질병과 면역’, ‘지구온난화와 에너지’의 두 주제로 구성되었다. STEAM 수업의 도입 취지는 학생들에게 과학을 일상생활과 관련지어 생각해보게 하고, 이 과정에서 흥미를 느낄 수 있도록 하는 것이었다. 수업은 이러한 목적에 맞게 보드 게임이나 퀴즈, 실험과 같은 학생 중심 활동으로 구성되었다.

본 연구에서 관찰한 ‘지구온난화와 에너지’에 대한 수업은 총 6차시로 진행되었는데, 1차시에는 보드게임을 통해 탄소 순환과 광합성에 대해 다루었고, 2차시에는 이산화탄소의 온실 효과에 대한 실험으로 지구온난화에 대해 다루었다. 3차시에는 1, 2차시에서 다룬 내용을 정리하였는데, 이때 영화를 활용하여 학생들의 흥미를 유발하였다. 4차시에는 후쿠시마 원전 사고와 관련된 내용을 통해 대체에너지로서의 원자력 발전에 대해 다루었고, 5차시에는 안개상자 실험을 통해 방사선에 대한 내용을 다루었다. 마지막 6차시에는 신재생에너지에 대한 내용으로 교내에 있는 햇빛 발전소 투어를 진행하였다.

## (3) 공동체

A가 가르치는 학생들은 성취 수준이 낮은 편이었고, 수업 시간에 었드려 자거나 수업에 늦게 들어오는 등 수업 참여 태도가 좋지 않았다. 또한, 학교가 사회경제적 수준이 낮은 지역에 있어서 학생들의 가정 상황이 좋지 않은 경우가 많았고, 학부모의 자녀에 대한 관심도 적은 편이었다. 이에 A는 “학생들이 전반적으로 학업에 의욕이 없어 학생들을 수업에 참여하도록 독려하며 수업을 진행한다”고 응답하였다.

반면, 동료교사들의 분위기는 긍정적이었다. 경력 5년 이하의 교사들이 많아 전체적인 분위기가 열정적이었으며, 경력교사들도 매우 열정적이고 신입교사들에 대한 태도가 우호적이어서 수업 준비나 생활지도 등과 관련하여 적극적인 도움을 주었다. 학교 관리자는 교사들의 재량을 존중하여 구체적인 수업 방식 등에 관여하지 않았으며, 예산 지원 등에도 큰 어려움이 없었다.

애들은 많이 힘들어요. 정말 지능이 낮은 아이들도 굉장히 많고, 거친 아이들도 너무 많고, 애들을 달래면서 수업을 하는 분위기인데... 교사들이 너무 좋아서, 저희가 특히 신규교사가 굉장히 많거든요. 5년차 이하 교사들이 굉장히 많아서, 열정도 많으시고, 또 연배가 있으신 선생님들도 굉장히 열정적이셔서, 좋은 말씀을 되게 많이 해주시고, 진짜 선생님은 정말 우리 학교가 제일 좋다고 느낄 만큼 너무 좋으셔서... 교장, 교감선생님도 항상 협조적이고...

(‘사전 면담’ 내용 중에서)

#### (4) 규칙

A가 근무하는 학교에서는 고등학교 과학을 1학년을 대상으로 1, 2학기 각각 4단위로 운영하였다. 이 중 3단위는 1부 ‘우주와 생명’에 대한 수업이었고, 1단위가 2부 ‘과학과 문명’의 내용을 바탕으로 한 STEAM 수업이었다. A의 STEAM 수업은 교과 내에서 이루어졌기 때문에 수업에 대한 학생 평가도 과학 교과의 지필평가와 수행평가를 통해 이루어졌다. STEAM 수업에서 다룬 내용은 기말고사에 포함되었고, STEAM 수업에서의 발표, 실험보고서, 활동지, 수업 태도 등은 수행평가에 포함되었다. 이때, 실험보고서나 활동지는 대부분의 학생들이 유사하게 작성하여 제출하기 때문에 큰 변별력을 갖지 못하였고, 주로 발표와 태도 점수 영역에서 점수 차이가 났다. 교원평가의 경우, 고등학교 과학 수업이나 STEAM 수업에 대해 별도의 결과가 나오는 것은 아니었으나, A의 수업에 대한 학생들의 평가는 전반적으로 “수업을 재미있게 하려고 해주신다” 등으로 긍정적이었다.

#### (5) 분업

A와 두 명의 동료교사를 포함하여 총 세 명의 교사가 함께 STEAM 수업을 실행하고 있었는데, STEAM 수업을 위한 분업 과정이 매우 효율적으로 이루어졌다. 우선, 학기가 시작되기 전에 교사들 간의 협의를 통해 주제를 구성하였고, 최종적으로 확정된 주제는 세 명의 교사가 분담하여 각자 맡은 주제를 준비한 후, 다시 협의하는 과정을 거쳤다. 또한, 두 명의 동료교사 중 한 명이 STEAM 수업에 대한 오랜 교육경력을 가지고 있었는데, A는 이 교사와 같은 교무실을 사용하기 때문에

수업 준비 과정에서뿐만 아니라 수업 전·후에도 많은 도움을 받았다.

특히 ○○○선생님이랑 바로 옆자리에 있어서, 거의 시간이 날 때마다, 수업이 없는 시간에 계속 얘기하고, 수업했던 거, 힘들었던 거 얘기하고, 이런 식으로... 같은 교무실에 있다 보니까, 많이 도움을 받을 수 있었던 것 같아요.

(‘사전 면담’ 내용 중에서)

## (6) 도구

A는 수업을 위한 자료를 준비하기 위해 동료교사의 축적된 자료를 적극적으로 활용하였다. 수업 자료를 준비할 때에도 축적된 자료를 수정하는 것을 바탕으로 동료교사들과의 협의가 이루어졌고, 보드게임을 위한 교구 제작 등도 동료교사들과의 분업을 통해 제작하였다.

A의 수업은 동료교사들과의 협의를 통해 제작된 활동지를 중심으로 진행되었다. 교과서는 수업에서 직접적으로 활용되지 않았고, 중간고사와 기말고사의 준비를 위해 시험 전에 시험 범위와 관련된 내용을 안내해주는 정도로만 활용되었다.

A가 근무하는 학교에는 교직원과 학생, 이웃 주민들이 함께 설립한 햇빛 발전소가 있어, 여기서 발전된 전력을 통해 학교에서 필요한 전력의 일부를 공급받았다. A는 이를 활용하여 신재생에너지에 대해 다룬 ‘지구온난화와 에너지’의 마지막 차시에 교내 햇빛 발전소를 직접 둘러보았다. 면담에서 A는 학생들이 이러한 현장 체험 학습형 수업에 많은 흥미를 보이고, 햇빛 발전소의 설립자 명패에 교직원이나 선배들의 이름이 있기 때문에 과학의 일상생활과의 관련성을 강조하기에도 좋다고 응답하였다.

햇빛 발전소도 주민들이랑 교직원들이랑 같이 설립을 했기 때문에 설립 명패에 아는 선생님 이름이나 선배들 이름이 있고, ...(중략)... 대부분의 학생은 일반적인 학교 수업이랑 다르니까... 돌아다니는 것도 좋아하고... 신기하네! 이렇게 반응하고... 평소에는 볼 수 없는 걸 직접 눈으로 본다는 것도 흔치 않은 기회인 거 같거든요. 그래서 애들도 재밌게 잘 따라왔었던 거 같아요.

(‘사후 면담’ 내용 중에서)

<표 14> 교사 A의 STEAM 수업 실행에 대한 활동체계의 구성요소

구성 요소	내용
주체: STEAM 수업을 실행하는 교사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경력 1년, 학사, 구성주의적 수업의 실행 능력이 부족하다고 인식함</li> <li>• 업무가 많은 편은 아님</li> <li>• 대학 시절 STEAM에 대해 간단히 알게 되었고, STEAM에 대해 긍정적 인식을 갖고 있음</li> <li>• 동료교사의 영향이 크게 작용하여 STEAM 수업을 실행 중임</li> <li>• 한 학기 정도의 STEAM 수업 실행 경험이 있음</li> </ul>
객체: STEAM 수업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고등학교 1학년 대상의 과학 수업 중 일부</li> <li>• 학생들이 과학을 일상생활과 관련지어 생각하고 과학에 흥미를 느낄 수 있도록 하는 STEAM 수업</li> <li>• 보드 게임이나 퀴즈, 실험과 같은 학생 중심 활동으로 구성됨</li> <li>• 지구온난화와 에너지에 대한 6차시의 수업을 관찰함</li> </ul>
공동체: STEAM 수업과 관련된 공동체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생들의 성취 수준이나 수업 참여 태도, 가정 상황, 학부모의 관심이 낮은 편임</li> <li>• 교사의 분위기는 열정적, 우호적, 적극적, 긍정적임</li> <li>• 학교 관리자는 교사의 재량을 존중해주고 예산 지원에도 적극적임</li> </ul>
규칙: STEAM 수업과 관련된 방침	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고등학교 과학을 1,2학기동안 각각 4단위로 운영하였고, 그 중 1단위에 해당하는 수업을 STEAM 수업으로 진행함(교과 내)</li> <li>• 과학 교과와 지필 평가와 수행 평가를 통해 STEAM 수업에 대한 평가가 이루어짐(기말고사와 수행평가). 수행평가에서는 주로 발표와 태도 영역에서 점수의 차이가 생김</li> <li>• A의 수업에 대한 학생들의 교원평가 결과가 전반적으로 긍정적임</li> </ul>
분업: STEAM 수업과 관련된 주변의 역할	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1학년 과학을 가르치는 다른 2명의 교사와 함께 STEAM 수업을 실행</li> <li>• 주제 구성, 수업 내용 준비 등에서 분업이 효율적으로 이루어짐. 특히 동료교사 중 1명이 STEAM 수업에 대한 경력을 갖고 있어 A는 많은 도움을 받음</li> </ul>
도구: STEAM 수업과 관련된 자료 및 도구	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동료교사의 축적된 자료를 적극적으로 활용하거나 동료교사 간의 협의와 분업으로 새로운 수업 자료를 준비함</li> <li>• 활동지를 중심으로 수업 진행</li> <li>• 학교 시설인 햇빛 발전소를 수업에 활용함</li> </ul>

### 3.2 교사 B의 STEAM 수업 실행에 대한 활동체계의 구성요소 분석

B는 화학 수업 중 주제에 따라 STEAM 수업을 실행하고 있었고, 이와 관련된 수업 경험이 풍부하였다. B의 활동체계 구성요소를 분석한 결과는 다음과 같고, 이 내용을 <표 15>에 요약하였다.

#### (1) 주제

15년 경력의 과학교사인 B는 세 번째 학교에 근무 중이었고, 영화를 활용한 과학 수업과 관련된 주제로 석사학위를 취득하였다. 또한 B는 “STEAM 수업과 같이 학생 활동 중심의 수업은 자신 있지만, 3학년 수업과 같이 대학입시를 위한 강의식 수업은 흥미도 없고, 자신도 없다”고 응답하였다. 학교에서의 업무는 학급 담임 이외에도, 방과 후 학교 총괄, 야간 자율학습실 총괄 업무를 맡고 있어 업무가 많았다.

B는 “STEAM이 과학과 다른 교과를 융합한 것으로, 학생들이 과학에 대한 흥미와 관심을 갖고 일상생활에서 과학적 소양을 갖게 하는 것을 목표로 한다”고 응답하여, STEAM의 목적과 특징 등에 대해 간단히 알고 있었다. 또한, A와 마찬가지로 STEAM에 대해 긍정적인 인식을 갖고 있었는데, STEAM이 학생들의 호기심이나 흥미 유발, 실생활 연계 등을 강조하는 측면에서 과학교육의 목표와 잘 부합하고, 과학적 소양을 함양하는 데도 효과적이라고 응답하였다. 그러나 “STEAM 수업으로 인해 교사의 업무량이 늘어날 수 있고, 전통적인 수업과는 많이 다른 STEAM에 대해 거부감을 갖는 관리자들이 있기 때문에 STEAM이 지속되기는 어렵다”고 응답하여 STEAM의 정착과 관련하여서는 일부 부정적인 인식을 갖고 있었다.

B는 첫 번째로 근무했던 공업계 학교에서 학생들의 흥미를 유발하기 위해 영화를 활용한 수업을 시작하였고, 관련 석사학위 취득 과정에서 수업에 활용할 수 있는 다양한 자료를 수집하고 관련 교수학습 이론 등을 학습하였다. 이후, 영화뿐만 아니라 미술이나 다큐멘터리 등의 다양한 자료와 이를 활용한 다양한 교수학습 활동을 수업에 도입하여 현재의 STEAM 수업으로 발전하게 되었다. B는 이러한 수업을 초임시절부터 현재까지 계속해오고 있어 꽤 오랜 교육경력을 갖고 있었는데, 이에 대해 “자신이 영화나 드라마 등을 활용하여 수업하는 것에 흥미를 느끼기 때문

에 이러한 수업을 시작하였고 현재까지도 지속할 수 있었다”고 응답하였다.

## (2) 객체

B는 STEAM 수업을 1학년을 대상으로 한 고등학교 화학 I 과목에서 진행하였는데, 화학 I 의 내용 중 영화나 미술, 일상생활과 관련된 일부 주제를 선정하여 STEAM 수업을 구성하였다. STEAM 수업의 목표는 학생들의 과학에 대한 흥미나 과학적 사고력을 통한 일상생활에서의 문제 해결과 같은 과학적 소양을 강조하는 것이었다. 이러한 목적에 맞게 B는 수업에서 관련된 영화나 드라마의 장면, 일상생활과 관련된 소재나 미술 소재 등을 적극적으로 활용하였다.

B의 STEAM 수업 중 일부 장면을 살펴보면, 우선 수업의 도입부에서 영화나 드라마의 흥미로운 장면을 통해 학생들이 학습 내용에 대한 질문을 하고 이에 답해볼 수 있도록 하였고, 이후 수업에서 학습 내용의 전달을 위해서도 관련된 다큐멘터리 영상 등을 활용하였다. 또한 실험을 진행하는 경우, 실험과 관련된 영화의 장면이나 유사한 실험 영상을 먼저 보여준 뒤에 실험을 진행하였다. 수업의 후반부에서는 수업 내용을 바탕으로 도입부에서 다루었던 영화 장면에 대해 학생들이 직접 설명해보고, 이에 대해 비판적인 질문을 할 수 있도록 하였다. 추가적으로 과학 관련 다큐멘터리를 감상하거나 일상생활과 관련된 과학 소재를 다룬 기사, 미술과 관련된 책을 읽고 활동지를 작성하는 활동을 하였고, 교내 UCC 대회를 통해 학생들이 수업시간에 다룬 내용을 바탕으로 UCC를 제작하도록 하였다.

## (3) 공동체

B가 근무하는 학교의 학생들은 수업에 대한 태도가 적극적이었으며, 학생과 학부모 모두 교사를 믿고 존경하는 분위기였다. 반면, 동료교사들의 분위기는 부정적이었다. 화학 I 을 함께 담당하고 있는 두 명의 동료교사가 모두 선배교사였고 두 교사 간의 소통이 적었기 때문에 협력적인 분위기가 형성되지 않아 부교재 제작이나 실험 준비는 B가 도맡아 하였다.

선배교사 두 분의 사이가 별로 좋지가 않아요. 그래서 두 분이 거의 소통을 안 하시기 때문에, 덩달아 저까지도 자연스럽게 그렇게 돼 버렸어요. 그래서 제가 그냥 수업 준비나 실험 준비를 다 해요. ... 불만이라기보다는 내가 선배라면 저렇게는 안 할 거 같은데... 심한 편이에요.

(‘사후 면담’ 내용 중에서)

학교 관리자는 교사들을 믿고 따르기 때문에 협조적인 편이었다. 그런데, B는 이전 학교 관리자를 회상하며 영화를 활용한 STEAM 수업에 부정적인 인식을 갖고 있는 관리자들도 있기 때문에 STEAM의 정착을 위해서는 관리자의 인식변화도 중요하다고 응답하였다.

관리자도 전에 학교 같은 경우에는 영화를 보여주면 무슨 영화를 보여주나 이렇게 막 들여다보고, 약간 의심하고 그랬는데 현재 학교의 관리자는 선생님들이 알아서 다 잘하신다고 생각을 하시고, 의심을 안 하세요. 그리고 다큐멘터리나 영화 DVD 같은 것을 사야 된다고 얘기할 때, 수업에 필요하다고 하면 적극적으로 사주세요.

(‘사후 면담’ 내용 중에서)

B는 STEAM 관련 교내 교사모임에 속해 있었는데, 주된 활동은 생명과학이나 지구과학과 같이 다른 과목을 전공한 과학교사들과 수업 자료를 공유하고 서로 수업을 참관하는 것이었다. 이에 대해 B는 “교과도 다르고, 자신의 STEAM 수업과는 형태가 많이 다르기 때문에 직접적인 도움이 되지는 않지만 다양한 STEAM 수업의 사례를 접하는 계기가 된다”고 응답하였다. 또한 교사모임이 교육청의 지원을 받고 있었기 때문에, 지원된 예산으로 영화 DVD나 관련 서적 등을 구매하였다.

#### (4) 규칙

B가 근무하는 학교에서는 화학 I 을 1학년을 대상으로 1, 2학기 각각 3단위로 운영하여, 진도가 여유로운 편이었다. 또한 3단위 중 2단위는 블록타임으로 운영되었다. 화학 I 수업에 대한 학생 평가는 A와 같이 지필, 수행평가로 일반적인 과학 교과에서 이루어지는 방식을 취하였으나, STEAM 수업은 B만 진행하고 있었기 때문

에 STEAM 수업과 관련된 평가는 활동지 평가나 수업 태도 평가 등을 통한 수행평가의 일부로만 이루어졌다. B의 수업에 대한 교원평가 결과는 긍정적이었다. 또한 B는 동료교사가 담당하는 학급과 비교했을 때 학생들의 성적도 잘 나오기 때문에, 지식전달 측면에서도 STEAM 수업이 효과적이라고 생각하고 있었다.

B가 근무하는 학교에는 상벌점 제도가 있었는데, 상점을 많이 받은 학생들에게는 모범상을 수여하거나 해외 문화체험의 기회를 주었다. 또한 한 달에 한 번씩 삼자대화의 시간이 마련되어 있어, 학생과 학부모, 관리자가 학교와 관련된 일에 대해 다양한 의견을 나누고 소통할 수 있었다.

## (5) 분업

B는 자신이 담당하는 학급에서만 STEAM 수업을 진행하였기 때문에 STEAM 수업을 위한 동료교사와의 분업은 이루어지지 않았다. 또한, 동료교사들이 본인들의 수업 방식을 고수하였고 B의 STEAM 수업에 협조적이지 않았기 때문에, 동료교사들과 구체적인 수업 방식이나 내용뿐만 아니라 수행평가 방식도 달랐다. B는 면담에서 중간고사와 기말고사를 위한 평가 문항을 제작할 때에만 동료교사와 협의를 한다고 응답하였다.

협업은 잘 안 되고 있죠. (선배교사들이) 10년 넘는 저희 화학과 선배들인데... 20년 넘게 하셨기 때문에 본인의 방법들이 다 있잖아요. 그래서 다 본인의 방법을 고수해서 수업을 하려고 하지, '옆반은 어떻게 하니까, 같이 해보자' 이런 건 없는 거 같아요. 제가 부교재도 다 만들었고... 제가 공을 들이는 거지, 그 쪽에서 어떻게 협조해보자 뭐 이런 건 없어요.

(‘사후 면담’ 내용 중에서)

동료교사들과의 분업이 부정적이었던 반면, 학생들과의 분업이 STEAM 수업에 있어서 큰 역할을 하였다. B는 학생들에게 영화나 드라마 등에서 과학 관련 요소를 찾아보도록 내주었던 과제를 다음 학기의 수업 자료로 활용하는 경우도 있었고, 학급 당 4명의 학생이 한 달씩 돌아가면서 과학 수업 도우미를 하도록 하여 실험 준비나 수업 진행 등에 있어서 학생들의 도움을 받기도 하였다.



## (6) 도구

B는 STEAM 수업을 위한 자료를 대부분 혼자서 준비하였다. 이에 B는 자료 준비와 관련된 면담 질문에 “일상생활에서 접하는 TV 프로그램이나 영화, 드라마뿐 아니라 영화나 미술 관련 서적 등에서 수업을 위한 주제를 직접 찾기 때문에 이 과정이 매우 부담스럽다”고 응답하였다. 그러나 영화를 활용한 과학 수업과 관련된 석사학위 취득 과정에서 축적된 자료와 이러한 수업에 대한 오랜 교육경력을 통해 현재는 수업 준비에 대한 부담이 적은 편이라고 하였다.

B는 STEAM 수업에서 부교재와는 별개로 자신이 제작한 활동지를 주로 사용하였다. 교과서를 바탕으로 제작된 부교재는 동료교사들도 함께 사용하는 것이었으므로, STEAM 수업을 위해서는 부교재 이외의 추가적인 활동지가 필요하였다. 교과서는 주로 사진이나 그림을 참고하거나 문제를 풀 때 활용되었다.

B가 근무하는 학교는 멀티미디어 시설을 잘 갖추고 있는 편이었는데, 실험실은 전자칠판까지 갖추고 있었고 일반 교실도 멀티미디어 시설을 잘 갖추고 있었다. B는 STEAM 수업에서 영화나 드라마, 다큐멘터리, 학생들이 제작한 UCC 등의 다양한 미디어 콘텐츠를 적극적으로 활용하기 때문에 현재 학교의 잘 갖추어진 멀티미디어 시설이 STEAM 수업을 실행하는 데 큰 도움이 되었다. B는 이전 학교에서 멀티미디어 시설이 잘 갖추어지지 않아 수업에 어려움을 겪었던 경험을 다음과 같이 회상하기도 하였다.

이전 학교가 이제 OO고등학교인데, 거기서는 활용을 하긴 했으나 멀티시설이 잘 안 되어 있어서, 재깍재깍 보여주질 못했어요. 그냥, ‘너희 이 영화 봤지? 그 장면에서 뭐가 있는데...’ 그니까 애들이 상상하면서 그냥 들어야 되니까 좀 힘들어하더라고요. 근데 이제 이 OO고등학교 옮기면서 이제 멀티시설이 잘 되다 보니까, 장면을 보여주면서 하니까 훨씬 더 잘 되더라고요.

(‘사후 면담’ 내용 중에서)

〈표 15〉 교사 B의 STEAM 수업 실행에 대한 활동체계의 구성요소

구성 요소	내용
주체: STEAM 수업을 실행하는 교사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경력 15년, 석사, 학생 활동 중심의 수업에 자신감</li> <li>• 학급 담임, 방과후 학교 총괄, 자율학습실 총괄 등 업무가 많음</li> <li>• STEAM의 효과에 대한 인식은 긍정적이거나, STEAM의 정착에 대한 인식은 부정적임</li> <li>• 첫 번째 근무 학교에서 학생들의 흥미를 유발과 교사 자신의 관심으로 영화 활용 수업을 시작하였고, 이것이 현재의 STEAM 수업으로 발전됨</li> </ul>
객체: STEAM 수업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고등학교 1학년 대상의 화학 I 수업 중 일부</li> <li>• STEAM 수업의 목표는 과학에 대한 흥미와 과학적 사고력을 통해 일상 생활에서의 문제 해결과 같은 과학적 소양을 함양하는 것임</li> <li>• 영화나 드라마의 흥미로운 장면으로 도입, 실험 진행, 도입부에서의 영화 장면에 대한 활동 등으로 수업을 주로 구성함</li> <li>• 과학 관련 다큐멘터리, 신문 기사, 명화 등에 관한 활동이나 UCC 제작 활동도 이루어짐</li> </ul>
공동체: STEAM 수업과 관련된 공동체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생들의 수업 태도와 학부모의 분위기가 모두 긍정적임</li> <li>• 교사의 분위기는 부정적이었고, 수업 관련 일을 B가 거의 도맡아 함</li> <li>• 학교 관리자는 교사의 재량을 존중해주고 협조적임</li> <li>• STEAM 관련 교내 교사모임에서 다른 교과 교사의 STEAM 수업을 참관하고 공유하는 활동을 함</li> </ul>
규칙: STEAM 수업과 관련된 방침	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1학년 1,2학기 동안 화학 I 을 수업하므로 진도가 여유로운 편이고, 3단위 중 2단위의 수업이 블록타임으로 운영됨</li> <li>• STEAM 수업은 B만 운영하므로, STEAM 수업과 관련된 평가는 수행평가의 일부로만 이루어짐</li> <li>• 학교 내에서 상벌점 제도나 삼자대화의 시간 등의 제도가 효율적으로 이루어짐</li> </ul>
분업: STEAM 수업과 관련된 주변의 역할	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학 I 을 담당하는 교사 중 B만이 STEAM 수업을 실행하므로 동료교사와의 분업이 이루어지지 않았음</li> <li>• 학생들은 수업 내용과 관련된 과제 수행이나 수업 도우미 등을 통해 교사의 STEAM 수업 실행을 도움</li> </ul>
도구: STEAM 수업과 관련된 자료 및 도구	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STEAM 수업 자료를 대부분 혼자서 준비하므로, 수업 준비 과정이 부담스러웠으나 오랜 경험을 통해 축적된 자료가 많아 현재는 부담이 적은 편임</li> <li>• 활동지를 중심으로 수업 진행</li> <li>• 학교의 멀티미디어 시설을 적극적으로 활용함</li> </ul>

### 3.3 두 교사의 STEAM 수업 실행에서 나타난 특징과 전문성

두 교사의 STEAM 수업 실행에서 나타난 특징적인 공통점과 차이점이 있었다. 우선, 두 교사 모두 STEAM 수업 실행에서 STEAM 교육의 중요한 학습 준거이자 STEAM-PCK의 구성 요소라 할 수 있는 창의적 설계 전략에 대한 고려가 부족하였다. A와 B는 STEAM 수업에서 실험 활동을 적극적으로 활용하였고, 특히 A의 경우 ‘지구온난화와 에너지’의 전체 6차시 중 2차시에서 실험 활동을 포함하였다. 그러나 모든 실험 활동은 학생들이 주어진 실험 절차를 따라 결과를 확인하는 일반적인 학교 과학 실험과 유사한 형태로 진행되었다. 또한, 두 교사는 STEAM 수업의 실험 활동에서 창의적 설계와 관련된 활동을 고려하는 것에 대해 긍정적으로 인식하고 있지 않았고, 이러한 활동은 교과 내 수업보다는 과학 동아리 활동 등에 더 적합하다고 생각하였다. 이에 대해 두 교사는 교과 내 수업에서 창의적 설계를 고려하는 것이 수업 진도나 차시 부족과 같은 학교 현장의 환경적 요인으로 인해 현실적으로 어렵기도 하지만, 이런 활동이 학생들의 수준에 적합하지 않고 학생들에게 부담을 줄 수 있기 때문에 과학에 대한 흥미를 기르기 위한 수업의 본래 목적과 맞지 않다고 생각하였다. 즉, 환경적 요인과 학생에 관한 지식의 이해가 창의적 설계 전략의 실행 여부에 영향을 미친 것이라 볼 수 있다.

저희 학교 사정을 고려해볼 때 (그런 활동이) 아직은 힘들 것 같아요. 과학 동아리 수업이나 수준별 수업을 하면 가능하겠는데, 지금 상황에서는 그렇게 아이들이 설계 해서 주도하는 수업은 좀 힘들 것 같다고 생각해요.

(A의 ‘사후 면담’ 내용 중에서)

아무래도 일반 학생들 대상으로 그런 수업을 하기는 힘들 거 같아요. ...(중략)... 과학 동아리 활동에서 주로하고... 일반 학생들 대상으로 하는 수업에서는 시도해 볼 생각조차 없어요. ...(중략)... 학생들의 수준이 문제라기보다는 (그런 활동을 통해서) 부담을 많이 주고 싶지 않아요. ‘과학도 재밌다’라는 게 제 수업의 가장 큰 목표거든요. 1학년 수업의 모토는 일단 재밌게 접근하자이기 때문에, 부담은 최대한 주지 않으려고 해요.

(B의 ‘사후 면담’ 내용 중에서)

실생활 문제를 창의적이고 종합적으로 해결할 수 있는 융합적 소양의 함양을 목표로 하는 STEAM 교육에서는 문제를 해결하는 종합적인 과정인 창의적 설계가 수업의 중요한 준거로 제시되고 있다. 그런데 창의적 설계의 핵심은 주어진 상황에서 학습자가 창의성, 효율성, 경제성, 심미성 등을 발현하여 자기주도적으로 문제를 해결하는 것이라고 볼 수 있다(박현주 등, 2012). 따라서 실험 활동에서 창의적 설계의 고려는 학생들의 아이디어가 반영될 수 있도록 다양한 방법을 사용하여 결론을 도출하거나, 다양한 실험 결과가 나오게 하는 것으로 이어질 수 있다. 그러나 창의적 설계에 대한 구체적인 절차가 제시되고 있지 않아, 교사들은 STEAM 수업에서 창의적 설계를 배제한 채 기존의 수업 방식에 단순히 여러 교과만을 융합하는 형태로 STEAM 수업을 구성하고 있다(이동희 등, 2015). 본 연구에서 두 교사의 창의적 설계에 대한 고려가 부족했던 것도 이와 유사한 맥락이라고 볼 수 있다.

여러 STEAM 프로그램 개발 연구에서 창의적 설계를 STEAM 수업의 핵심 준거로 보고 있으므로(김방희 등, 2013; 이창훈, 서원석, 2012; 최유현 등, 2013), 현장 교사들이 STEAM 수업에서 이를 적극적으로 고려할 수 있도록 하는 다양한 방안을 마련할 필요가 있다. 특히, 교사들은 교과 연계 STEAM 수업이나 창의적 체험활동형 STEAM 수업보다 교과 내 STEAM 수업을 많이 실행하고 있으므로(노희진, 백성혜, 2014; 이지원 등, 2013), 창의적 설계를 학교 현장의 교과 내 STEAM 수업에서 효과적으로 반영할 수 있는 절충적인 형태로 제안하거나 학교 현장을 고려한 창의적 설계의 구체적인 예시 자료 등을 제공할 필요가 있다.

한편, 두 교사의 STEAM 수업 실행에서 나타난 가장 큰 차이점은 STEAM 교육에 대한 교사 개인의 전문성과 관련된 주체 요소였고, 이는 수업을 설계하는 과정에서 드러났다. B의 경우 15년 경력의 교사였고, 영화를 활용한 과학 수업과 관련된 석사학위와 이러한 수업에 대한 오랜 교육경력을 갖고 있었다. 반면, A는 초임 교사였으며 구성주의적 수업에는 자신 없어 하는 모습을 보였다. 또한, A는 “STEAM 교육을 위해 교사가 다양한 분야에 꾸준한 관심을 갖고 연구하고 노력하는 것이 중요하지만, 자신은 시간 부족 등의 이유로 이와 같이 실천하지 못하고 있다”고 응답한 반면, B는 일상생활에서 접하는 TV, 영화, 책 등에서 아이디어를 얻어 자료를 수집하는 경우가 많았고, 수업에서 바로 활용하지 않더라도 수집한 자료

를 바탕으로 활동지를 미리 제작해두었다.

즉, B는 동료교사들의 분위기(공동체)나 STEAM 수업을 위한 분업(분업) 등이 부정적이었으므로 STEAM 수업 실행에 다양한 어려움을 겪을 수 있었으나, STEAM 교육에 대한 교사 개인의 관심과 흥미, 이에 대한 오랜 교육경력과 축적된 자료와 같은 STEAM 교육에 대한 교사 자신의 역량(주체)을 통해 이를 극복하였다. 반면, 많은 교사들이 STEAM 수업의 준비와 실행 등에 있어 다양한 어려움을 겪을 수 있다는 점(노희진, 백성혜, 2014; 유병규 등, 2014)을 고려하면, A는 초임교사로서 교육경력이 부족하고 자신이 구성주의적 수업을 실행하는 능력이 부족하다고 인식하였으므로, STEAM 수업 실행에 있어 더욱 어려움을 겪으리라 예상할 수 있다. 그러나 A는 비교적 큰 어려움 없이 STEAM 수업을 실행하고 있었는데, 이는 A의 STEAM 수업 실행에 동료교사들의 분위기(공동체)나 STEAM 수업을 위한 분업(분업)이 긍정적으로 작용하였기 때문으로 볼 수 있다. 특히, STEAM 수업을 권유하고 지속적인 도움을 주었던 전문성을 갖춘 동료교사의 역할이 크게 작용하였다. 즉, A는 긍정적인 환경적 조건을 바탕으로 STEAM 수업을 실행할 수 있었다. 따라서 이는 학교 현장의 STEAM 수업 실행에 있어 교사 개인적 요인뿐만 아니라 환경적 요인도 교사의 STEAM 수업 전문성에 매우 중요하게 작용할 수 있음을 시사하는 대목이라고 볼 수 있다.

### 3.4 STEAM 수업 실행에 영향을 미친 활동체계 요소

두 교사가 STEAM 수업을 실행할 때, 활동체계의 다양한 요소들이 긍정적으로 작용하였는데, 이 중 두 교사의 STEAM 수업 실행에서 공통적으로 나타난 요소들은 다음과 같다.

첫째, 각 학교의 환경적 특성(도구)은 두 교사의 STEAM 수업 실행에 큰 영향을 미쳤다. A는 교내 햇빛 발전소 시설을 활용하여 ‘지구 온난화와 에너지’의 마지막 차시에서 현장 체험 학습형 수업을 실행하였고, B는 전자칠판과 같이 잘 갖춰진 멀티미디어 시설을 활용하여 영화나 드라마 같은 다양한 미디어 콘텐츠를 활용한 STEAM 수업을 실행하였다. 이는 학교 현장에서 일반적인 STEAM 수업뿐만 아니라 각 학교의 특성을 반영한 다양한 STEAM 수업의 실행이 가능함을 보여준 사례라고

할 수 있다.

우리학교에서 햇빛 발전소가 있어서 직접 눈으로 보고, 기후변화를 막기 위해서 우리학교도 이런 노력을 하고 있다는 것을 깨닫게 하는 것은 되게 좋았던 것 같아요. 이런 건 우리학교 자원이 뒷받침 되어서 할 수 있었던 거고... 이 부분은 애들도 굉장히 만족해하고, 직접 보면서 하나까 더 (학생들의) 이해도도 높았던 것 같아요.

(A의 '추가 면담' 내용 중에서)

현재 시행되고 있는 STEAM 교원연수는 개발된 STEAM 프로그램을 활용하는 역량뿐만 아니라 심화과정 연수 등을 통해 STEAM 프로그램을 직접 개발할 수 있는 역량을 배양하는 것을 목적으로 하고 있다. 따라서 연수를 이수한 교사들을 중심으로 현장의 교사들이 각 학교의 특성을 반영한 STEAM 수업 프로그램을 개발하고 공유할 수 있도록 장려한다면, STEAM 수업 프로그램의 다양화와 이를 통한 STEAM 교육 전반의 질적 향상을 고려할 수 있을 것이다. 예를 들어, 교내에 텃밭이 있는 학교의 경우, 과학의 '광합성', 도덕의 '친환경적인 삶'에 대한 내용과 이를 바탕으로 미술로 표현해보는 STEAM 수업 프로그램을 개발할 수 있을 것이다.

둘째, 두 교사는 학생들의 수업 참여를 촉진하기 위해 다양한 규칙(규칙)을 활용하였다. 우선, 두 교사는 학생들의 동기 부여를 위해 평가를 활용하였다. 특히, A는 학생들의 수업 참여 태도를 개선하기 위해 '수업 태도나 발표 횟수 등이 수행평가 점수에 반영된다'는 사실을 수업 시간에 자주 언급하는 모습을 보이기도 하였다. 평가를 통한 동기 부여 이외에도 B는 학생들의 수업 참여를 촉진하기 위해 교실 안팎의 다양한 규칙을 활용하였다. 학생들의 발표를 유도하기 위해 수업시간에 조별로 발표 기회가 돌아갈 수 있도록 하였고, 수행평가와는 별개로 조별 점수를 부여하여 점수가 높은 조에게 간식 등의 보상을 주거나 교내 상별점 프로그램을 이용하여 상점을 주기도 하였다. B는 이러한 전략이 하위권 학생들의 참여를 독려하는 데 특히 효과적이고, 조원들 간의 협력에도 긍정적인 역할을 한다고 생각하였다.

(이러한 전략이) 확실히 효과가 있고요. 조별로 아무래도 주도적으로 발표하는 학생들이 있으니까... 하위권 학생들도 독려하고... 그래서 하위권 학생들도 좀 관심을 보

여서... 다른 학생들을 독려해서든 본인이 해서든 수업에 열심히 참여하려는 효과가 있는 것 같아요. 특히, 남학생들에게는 더 (효과가 있는 것 같아요).

(B의 '추가 면담' 내용 중에서)

STEAM 교육의 중요한 학습 준거인 감성적 체험이 강조되기 위해서는 학생 중심 활동을 많이 포함해야 하며 수업의 효과적인 운영을 위해 학생들의 수업 참여를 촉진하기 위한 적절한 전략이 필요하다. 그러나 교사들은 STEAM 수업에서 모둠 활동 지도와 같은 학생들의 활동을 지도하는 데 어려움을 겪는 것으로 보고되고 있다(신영준, 한선관, 2011). 본 연구에서 두 교사가 학생들의 수업 참여를 촉진하기 위해 활용한 전략은 STEAM 수업을 위한 특별한 전략이 아니었음에도 STEAM 수업에서 학생들의 수업 참여를 촉진하는 데 효과적으로 작용하였다. 따라서 교사들은 STEAM 수업에서 학생들의 활동을 지도하는 데 어려움을 극복하기 위해 일반적인 과학 수업에서 활용되는 다양한 전략을 적극적으로 활용할 수 있을 것이다.

또한, 두 교사는 STEAM 교육을 강조하는 최근의 교육정책(규칙)이 학교 현장에서의 STEAM 수업 실행에 큰 도움이 되기 때문에 이러한 정책적 분위기를 긍정적으로 인식하였다. 특히, 영화를 활용한 과학 수업을 오래 전부터 실행해 온 B는 “최근의 정책적 분위기로 인해 자신의 수업이 종종 보고서로 제출되어, 관리자의 인식이 좋아졌고 예산 사용도 수월해졌다”고 응답하였다.

한편, STEAM 수업 실행에 부정적으로 작용한 요소도 있었는데, STEAM 수업을 실행하기에는 충분하지 않은 과학 교과 수업 시수(규칙)가 두 교사의 STEAM 수업을 저해하는 요인으로 작용하였다. A의 경우, 교육과정상 교과 운영방식은 STEAM 수업 실행에 긍정적으로 작용하였으나 B의 사례에서 볼 수 있었던 블록타임제 등의 부재로 수업 시간이 부족한 모습을 보였다. A는 “실험 활동을 하는 경우에는 실험을 하고 보고서를 작성하기에도 시간이 부족하기 때문에 별도의 추가적인 활동을 하는 것이 어렵다”고 응답하였다. 또한 ‘지구온난화와 에너지’는 본래 학습한 주제에 대한 토론 활동을 포함하는 7차시로 계획되었으나, STEAM 수업은 1단위로 운영되기 때문에 학교 행사로 인해 한 차시 수업이 빠지게 되어 토론 활동은 하지 못하고 6차시로 마무리되었다. B의 경우, 교육과정상 비교적 여유로운 화학1의 진도나 블록타임제 등은 STEAM 수업 실행에 긍정적으로 작용하였다. 그러

나 B의 STEAM 수업에는 토론이나 역할극, 영화 시나리오 작성과 같은 영화를 활용한 STEAM 수업에서 실행할 수 있는 학생 중심 활동이 나타나지 않았다. 이와 관련하여 B는 “여유로운 진도를 감안하더라도 일반 인문계 고등학교의 진도나 대입 준비 등의 현실적인 상황을 고려하면, 추가적인 학생 중심 활동을 하기에는 현실적인 어려움이 따른다”고 응답하였다. 이에 B는 일상생활에서 접하는 영화나 드라마 속에서 과학 관련 요소를 학생들에게 찾아보도록 하는 형태로 자율적인 과제를 부여하고 이를 수업 시간에 발표하거나, 교내 UCC 대회를 활용하여 수업에서 다른 내용을 UCC로 제작하는 활동을 통해 학생 중심 활동을 일부 피하기도 하였다.

STEAM 수업은 과학교과 뿐만 아니라 기술, 공학, 예술, 수학 등의 다양한 내용을 추가적으로 포함하므로 충분한 수업 시간을 확보하는 것이 필요하다. 그러나 두 교사는 일반적인 과학과 교육과정 안에서 STEAM 수업을 실행하여, 제한된 과학 교과의 수업 시수에서 추가적으로 STEAM 수업을 실행해야 했으므로 수업 시간 부족과 관련된 어려움을 겪었다. 따라서 학교 현장에서 교사들의 STEAM 수업 실행이 적극적으로 이루어지기 위해서는 과학 교과의 수업 시수를 충분히 확보하는 것이 무엇보다 중요할 것이다. 그러나 과학 교과의 시수를 늘리는 것이 현실적으로 어려울 수 있으므로, 과학 교과 내에서 차시를 탄력적으로 운영하거나 창의적 체험 활동 시간을 활용하여 격주로 STEAM 수업의 날을 운영하는 것과 같은 대안적 방안이 필요할 것이다. 또한, STEAM 수업이 주로 실행되는 과학이나 기술이 아닌 다른 교과에서도 STEAM 수업을 긍정적으로 인식하여 적극적인 태도를 취하게 함으로써, STEAM 수업을 실행할 수 있는 수업 시간을 더욱 확보하는 방안도 생각할 수 있다.

### 3.5 STEAM 수업 실행에 대한 활동체계 요소들 간의 상호작용과 전문성

모순(contradiction)은 활동체계 요소 내의 긴장이나 요소들이 부정적으로 상호작용하여 나타난 구조적인 긴장을 말한다. 모순은 활동체계에 혼란과 갈등을 일으킬 수 있으나, 이를 해결하는 과정에서 활동체계를 변화시키거나 발전시키는 원동력으로 작용하기 때문에 CHAT를 통한 분석의 핵심적인 측면이라고 볼 수 있다 (Engeström, 1987; Roth *et al.*, 2009). 특히 STEAM 수업 실행에서는 활동체계 요소



들 간의 모순과 이를 해결하는 과정이 교사의 전문성 발달에 핵심적인 역할을 할 가능성이 있다.

먼저, A의 활동체계에서는 학생 중심 활동을 많이 포함하는 STEAM 수업(객체)과 수업 참여 태도가 좋지 않은 학생들(공동체), 초임교사로서 학생 활동 지도에 익숙하지 않은 A(주체) 등이 충돌하여 모순이 나타났다. 특히, A가 가르치는 학생들의 수업 참여 태도는 교사 회의에서 과학과의 수준별 수업에 대한 논의를 진행할 정도로 심각한 문제였다. 이러한 모순으로 인해 A는 STEAM 수업 실행에 있어서 학생 활동 지도와 관련된 어려움을 겪었다. A의 활동체계에서 나타난 모순은 교원 연수에 대한 요구로 이어지기도 하였는데, A는 면담에서 “STEAM 교원연수에서 다양한 STEAM 수업의 실제 사례뿐만 아니라 학생들의 활동을 지도하기 위한 실제적인 팁 등을 많이 포함했으면 좋겠다”고 응답하였다.

A는 자신의 역량이 부족하기도 하지만 학생들의 특성 자체가 모순의 가장 큰 원인이라고 생각하여 갈등의 원인을 외부적 요인으로 돌리는 모습을 보였다. 그러나 모순 해결을 위한 다양한 노력을 하였다. A는 “설명은 한 번만 할 테니까 잘 들어야 한다”라고 강조하는 것과 같이 수업 중에 학생들의 주의 집중을 위한 노력을 하였으며, 학생들의 수업 참여 태도를 개선할 수 있는 모둠 구성 방법과 같이 학생 활동 지도와 관련된 노하우를 동료교사에게 전수 받기도 하였다. A는 “이러한 노력에도 수업 참여 태도가 개선되지 않는 무기력한 학생들도 있긴 하지만, 지난 학기에 비해 현재는 학생들의 수업 참여 태도뿐 아니라 학생들의 활동을 지도하는 자신의 역량도 나아졌다”고 응답하였다. 또한, 내년부터는 학년 초에 학생들에게 엄격한 교사로 보여야겠다고 다짐하는 등 학생들의 수업 참여 태도를 개선하고자 하는 강한 의지를 나타내어, 갈등을 해결하기 위한 적극적인 모습을 보이기도 하였다.

B의 활동체계에서는 보다 많은 수업 준비를 필요로 하는 STEAM 수업(객체), 부정적이었던 동료교사들의 분위기(공동체)와 이로부터 이어진 비효율적인 분업(분업)과 자료 준비의 부담(도구), 교사 개인의 과중한 업무량(주체) 등이 충돌하여 모순이 나타났다. 이에 B는 STEAM 수업 실행에서 수업 준비와 관련된 어려움을 겪었고, 이는 B의 STEAM 교육에 대한 인식에도 영향을 미쳐 B는 STEAM 교육의 현장 정착과 관련된 질문에 “STEAM 수업 준비가 교사의 업무량에 부담을 가져와 STEAM을 강조하는 분위기가 지속되기 어려울 수 있다”고 응답하였다. 수업 준비와

관련된 모순은 요구로 이어지기도 하였는데, B는 STEAM 교육의 정착을 위해 가장 필요한 점은 교사들이 함께 자료를 개발하고 공유하는 능력과 이를 가능케 할 수 있는 커뮤니티라고 하였다. 또한, STEAM 수업을 위한 자료 준비 과정에서의 어려움을 해결하기 위해, 수업에서 활용할 수 있는 다양한 실제 사례를 포함한 STEAM 교원연수와 수업 자료 제작을 위한 저작권 문제의 해결 등을 요구하기도 하였다.

(STEAM 교육과 관련된 연수에서) 사례를, 제가 찾은 거 말고 더 많이 있을 거 아니에요. 그거를 좀 많이 활용할 수 있게 알려주는 것도. 일반적인 스팀의 기본 개념, 이런 연수 말구요. 정말 직접 실제 수업에 활용할 수 있는, 그런 실용적인 연수였으면 좋겠어요.

...(중략)...

영화 장면들을 사진으로 넣는 것, 이런 것들은 좀 더 넣고 싶은데, 자료가 많은데 다 넣지를 못해요. 저작권..이 어떻게 되는지 몰라서.

(B의 '추가 면담' 내용 중에서)

B는 동료교사들의 분위기와 비효율적인 분업 등의 요소를 부정적으로 인식하였으나, 이를 인정하고 모순 해결을 통해 STEAM 수업을 실행하기 위해 노력하였다. 우선 B는 자신이 담당하고 있는 학급에서라도 STEAM 수업을 실행하기 위해, 주어진 활동체계를 STEAM 수업 실행이 가능한 환경으로 변화시키고자 하였다. 동료교사와의 협의가 어려웠으므로, 동료교사들과 공통적으로 사용하는 부교재를 자신이 제작하여 함께 사용할 수 있도록 하였고 실험 준비도 주도적으로 하였으며, 자신의 STEAM 수업에서만 다룬 내용은 지필평가에서 다루지 않아, 평가 방식에 있어서 양보하는 모습을 보이기도 하였다. 활동체계를 변화시키기 위한 노력과 더불어, 구체적인 수업 준비를 위해서는 석사학위 취득을 위한 연구와 오랜 교육경력을 통해 축적된 자료를 적극적으로 활용하였으며, 일상생활에서도 자료를 수집하거나 수업을 준비함으로써 과중한 업무량으로 인한 수업 준비에 대한 부담을 덜었다. 또한, 학생들의 과제를 참고하여 수업 자료를 제작하거나 과학 수업 도우미를 통해 실험 준비에 도움을 받는 등 수업 준비와 관련하여 학생들의 도움을 적극적으로 활용하였다.

특히, A와 달리 B의 사례에서는 동료교사들이 자신만의 수업 방식을 고수하고

B의 STEAM 수업 실행에 협조적이지 않아, 교사들 간의 협력적인 분위기(공동체)나 수업 준비 과정에서의 효율적인 분업(분업)이 이루어지지 않았는데, 이는 B의 모순과 관련된 주요한 원인이었다. 따라서 학교 현장에서 STEAM 수업의 실행이 효율적으로 이루어지기 위해서는 교사들 간의 협의나 분업을 강조할 필요가 있다. 대부분의 교과에서 여러 명의 교사가 한 교과를 가르친다는 점을 고려할 때, 교사들 간의 협의나 분업이 잘 이루어져야 수업 준비가 수월하다는 것은 당연할 수 있다. 그러나 STEAM 교육이 교사들에게 익숙하지 않은 새로운 교육 패러다임이라는 점과 교사들이 STEAM 수업 실행에서 수업 준비에 큰 부담을 갖고 많은 어려움을 겪는다는 점(이정민, 신영준, 2014; 이지원 등, 2013)을 고려하면, STEAM 수업 실행에 있어서는 수업 준비를 위한 교사들 간의 협의나 분업을 특히 강조할 필요가 있다(안정용 등, 2013; 유병규 등, 2014).

이를 위해서는 동료교사들이 인식 변화를 통해 STEAM 수업을 실행하려는 교사에게 공감하고 STEAM 수업 실행에 함께 동참할 수 있도록 독려하는 것이 필요하다. 그러나 교사들은 STEAM 수업이 비효율적인 수업이라는 등의 STEAM 수업에 대한 부정적인 인식을 갖는 경우가 있으므로(이정민, 신영준, 2014) 이러한 인식을 변화시킬 수 있는 구체적인 방안이 필요할 것이다. 특히, 동료교사가 교수학습에 대한 신념을 공유하거나 지지하면 신념의 실천에 동기를 부여받지만, 동료교사와 반목할 경우 신념을 행동으로 실천하지 못할 수 있으므로(Haney & McArthur, 2002), STEAM 수업 실행에 있어 동료교사들의 인식 변화와 이를 통한 공감과 협조는 매우 중요하다. 이와 관련하여 A도 STEAM 수업에 대해 가치관이 달라 동료교사와 갈등이 생겼던 다른 교사의 사례를 언급하며, STEAM의 정착을 위해서는 교사들의 인식 변화가 우선되어야 한다고 인식하였다.

STEAM을 강조하는 분위기임에도 불구하고 강의식 수업으로 여전히 하시는 그런 분들이 바뀌어야 되지 않을까... 다른 선생님께 전해 듣기로는 함께 수업을 담당하시는 선생님께서 ‘그냥 나는 강의식 수업만 하겠다’라고 하셔서 너무 가치관이 달라서 전혀 다른 방식으로 수업을 진행하신다고 하더라고요. (STEAM이) 정착되기 위해서는 그런 분들의 변화가 필요할 거 같더라고요.

(A의 ‘사전 면담’ 내용 중에서)

한편, 두 교사 모두 활동체계 요소들 간의 모순으로 인한 어려움에도 불구하고, 이러한 모순을 인정하고 모순 해결을 통해 어려움을 극복하거나 활동체계를 변화시켜 STEAM 수업을 실행하려는 모습을 보였다. 이는 STEAM 수업 실행의 성공 경험이 교사들의 STEAM 수업을 실행하고자 하는 의지나 STEAM 수업에 대한 인식 등에 긍정적인 영향을 미친 것이라고 볼 수 있다. 성공 경험에는 활동체계의 다양한 요소들이 복합적으로 작용하였는데, A와 B 모두 STEAM 수업을 실행한 결과 학생들(공동체)의 수업 참여 태도 등이 나아졌으며, 과학에 흥미를 보여 이공계 진학을 희망한 학생도 있다고 응답하였다. B는 교원평가(규칙)의 결과도 긍정적이고, 중간·기말고사 성적(규칙)도 자신이 담당하고 있는 학급의 학생들이 더 높다고 하였다. 또한, 삼자대화 시간(규칙)을 통한 소통이 관리자나 학부모가 STEAM 수업에 대한 긍정적인 인식을 갖게 하는 데 긍정적으로 작용하기도 하였다.

애들도 재미있게... 특히, 활동을 하고 나면 애들이 재밌어 할 때는 되게 뿌듯하죠. 얼마 전에 감염 바이러스 모의 실험을 했는데, 너무 재밌다고 (학생들이) 옆 반에 소문도 내고 그럴 땐 기분이 되게 좋은 것 같아요.

(A의 '사전 면담' 내용 중에서)

교원능력평가라는 게 있는데, 거기서 (결과가) 굉장히 잘 나와요. 그래서 그만큼 학생뿐만 아니라, 학부모도... 학부모는 사실 수업을 직접 하신 게 아니기 때문에, 학생들한테 듣고 나름대로 판단하시는 건데... 거기서 평가가 잘 나온다는 건 학생들도 긍정적으로 생각한다는 거고... 그리고 시험 성적도 제가 가르치는 반이 잘 나와요. 강의식으로 수업하시는 다른 선생님들의 수업이 오히려 점수가 낮게 나오거든요. 그래서 이렇게, 강의식으로만 수업하는 것보다는 이렇게 수업하는 게 더 효과가 있다고 생각하고 있어요.

(B의 '추가 면담' 내용 중에서)

이러한 결과는 STEAM 수업 실행의 성공 경험이 교사들이 STEAM 수업 실행에 대한 강한 의지와 긍정적인 인식을 갖도록 한다는 선행연구(노희진, 백성혜, 2014; 최숙영 등, 2015)와 유사한 결과로 볼 수 있다. 그런데, STEAM 수업 실행의 성공 경험은 교사에게 긍정적인 피드백을 제공할 수 있는 활동체계의 다양한 요소들이

복합적으로 작용하여 형성될 수 있으므로, 현장의 교사들이 STEAM 수업을 성공적으로 실행할 수 있도록 하는 다양한 환경적 제반을 마련할 필요가 있다.

#### 4. 결론과 제언

이 연구에서는 CHAT를 분석 도구로 한 사례연구를 통해, 두 명의 중등과학교사 A, B의 STEAM 수업 실행에서 활동체계의 다양한 요소들이 STEAM 수업 실행에 미치는 영향과 활동체계 요소들 간의 상호작용을 심층적으로 분석하였다.

연구 결과, 두 교사 모두 STEAM 수업 실행에서 학생 중심의 창의적 설계 활동에 대한 고려가 부족하였다. 두 교사의 수업 실행에서 나타난 차이점은 STEAM 수업에 대한 교사의 전문성과 관련된 주체 요소였고, 이에 따라 교사들의 수업 실행 양상도 다르게 나타났다. 교사들의 STEAM 수업 실행에 긍정적 영향을 미친 활동체계의 요소들은 도구 요소인 학교의 환경적 특성과 규칙 요소인 STEAM 교육과 관련된 정책 등이 있었다. 반면, 부정적 영향을 미친 것은 규칙 요소의 측면에서 STEAM 수업을 실행하기에는 충분하지 않은 과학 교과의 수업 시수였다. 활동체계 요소들 간의 충돌로 A의 경우 학생활동 지도와 관련된 모순이, B의 경우 수업 준비와 관련된 모순이 나타났다. 교사들은 모순으로 인해 어려움을 겪었고 요구를 나타내기도 하였으나, 모순 해결을 통해 STEAM 수업을 실행하였다. 이 과정에서 두 교사의 STEAM 수업 실행의 성공 경험이 중요하게 작용하였는데, 성공 경험에는 교사에게 긍정적인 영향을 미친 활동체계의 다양한 요소들이 복합적으로 작용하였다.

이러한 결과는 다양한 환경적 요인인 활동체계의 요소들과 요소들 간의 모순을 극복하는 과정이 STEAM 수업 실행에서의 교사 전문성에 영향을 미칠 수 있음을 의미한다. 따라서 STEAM 수업이 현장에 정착하기 위해서는 교사의 개인적 요인에만 주목할 것이 아니라, 다양한 환경적 요인들과 그들의 관계 등을 종합적으로 고려하여 STEAM 수업 실행을 촉진할 수 있는 학교 환경을 조성하기 위한 노력이 필요할 것이다. 교사들의 STEAM 수업 실행에 대한 실제적인 전문성을 향상시킴으로써 STEAM 교육을 활성화시키기 위하여, 연구 결과를 바탕으로 도출한 구체적 제언은 다음과 같다.

우선, 학교 현장을 적극적으로 고려한 제도적 측면의 지원이 필요하다. 여러 선행연구에서 보고된 바와 같이, STEAM 교육을 위한 프로그램 개발이나 교원연수, 교과연구회 지원 등은 활발히 이루어지고 있으나 현장의 교사들이 STEAM 수업 실행에 있어 실질적인 도움을 받을 수 있는 제도적 측면의 지원은 부족하다. STEAM 교육과 관련된 정책이 연구에 참여한 교사들의 STEAM 수업 실행에 도움을 주기도 하였으나, 수준 높은 STEAM 수업을 실시하기에는 부족한 수업 시수와 같이 뚜렷한 한계점도 나타났다. 따라서 교사들의 STEAM 수업 실행에 실질적인 도움을 줄 수 있는 제도적 측면의 지원이 필요하다. 예를 들어, 수업 시간을 효율적으로 활용할 수 있도록 하는 블록타임제의 운영이나 교과 간 협의를 통해 수업을 구성하는 것과 같이 교내 교육과정을 탄력적으로 운영할 수 있는 방안 등을 고려할 수 있을 것이다. 현장을 고려한 제도적 측면의 지원은 STEAM 수업 실행의 성공 경험과 같이, 교사들의 STEAM 수업 실행에 긍정적 영향을 미치는 활동체계의 요소들이 복합적으로 작용할 수 있도록 하고, 이는 궁극적으로는 STEAM 수업 실행을 촉진할 수 있을 것이다.

나아가 STEAM 교육에 대한 폭 넓은 시각을 가지고 STEAM 수업에 대한 유연한 학습 준거를 제시할 필요가 있다. 한국과학창의재단에서는 STEAM 수업의 핵심을 창의적 설계로 보고, 이를 STEAM 수업의 중요한 학습 준거로 제시하였다. 그러나 이는 학교 현장과 조화되지 못하여 실제 STEAM 수업에서 적극적으로 활용되지 못하였다. 또한, 창의적 설계와 더불어 상황제시, 감성적 체험이 STEAM 교육의 학습 준거 틀로서 제시되고 있는데, 수업의 목적이나 성격 등의 측면에서 많은 차이를 보이는 교과 내, 교과 연계, 창의적 체험활동형의 세 가지 수업 유형에 따라 구분되지 않고 표준화된 하나의 학습 준거 틀만이 제시되고 있다. 따라서 STEAM 수업의 유형에 따른 특성을 고려하여 각 유형에 맞는 유연한 학습 준거를 제시할 필요가 있다.

또한, STEAM 교육의 효과적인 전파를 위하여 학교 현장에서 협력적인 교사 공동체가 형성될 수 있도록 해야 한다. 교육부와 한국과학창의재단에서는 STEAM 수업의 현장적용, 프로그램 발굴과 전파 등 STEAM 교육의 전반에 대한 선도적인 역할을 수행할 수 있는 선도교원을 양성하고 있다. 그러나 전문적 역량을 갖춘 선도교원을 양성하더라도 협력적인 교사 공동체가 형성되지 않는다면, STEAM 교육이

효과적으로 전파되기 어려울 수 있으므로 선도교원의 양성뿐 아니라 교사들 간의 협력적인 태도에 대한 강조도 필요하다. A의 사례에서 동료교사들의 협력적인 분위기가 형성되어 A를 포함한 교사들이 STEAM 수업 실행에 동참하게 된 반면, B의 사례에서는 다양한 이유로 동료교사들 간의 협력적인 분위기가 형성되지 못해 STEAM 수업 실행이 효과적으로 전파되지 못하였다. 즉, 교사들의 협력적인 분위기나 협조적인 태도 등이 STEAM 수업 실행의 전파에 중요한 요소로 작용하였다. 따라서 교사들 간의 협력 활동 등을 강조하여 협력적인 교사 공동체를 형성한다면, 동료교사들이 STEAM 수업을 실행하려는 교사에게 공감하고 함께 동참하여 STEAM 수업이 보다 효과적으로 전파될 수 있을 것이다.

협력적인 교사 공동체 형성을 위해서는 무엇보다도 STEAM 수업 실행에 관심이 없거나 부정적인 교사들의 인식 변화가 중요하다. 이를 위한 구체적인 방안으로는 STEAM 교육에 대해 홍보할 때, STEAM 교육의 도입 배경이나 목적 등과 같이 이론적인 내용으로만 접근하는 것이 아니라 현장성을 강조하여 쉽게 실행할 수 있는 STEAM 수업의 사례나 STEAM 교육이 학생들에게 긍정적 영향을 미치는 연구 결과 등의 내용을 강조하는 것이 필요할 것이다. 교원연수에서도 교사들이 쉽게 따라할 수 있는 현실적인 수업의 사례 등을 제공하고, STEAM 교육과 관련된 이론적인 내용보다는 교사들이 쉽게 접근할 수 있는 데이터베이스를 안내하거나 현재 이뤄지고 있는 STEAM 수업의 사례와 이러한 수업의 긍정적인 결과 등을 포함하는 것이 필요하다. 또한 제도적 차원에서의 접근도 필요하다. STEAM 수업 프로그램 개발 등을 위한 교과 연구회에 대한 지원뿐만 아니라 STEAM 수업을 실행하고 있는 교사들이 학교 현장에서 실제적인 도움을 받을 수 있도록 단위 학교 교사들에 의한 교내 교사 모임을 활성화할 필요가 있다. 또한, 교원 평가에서 교사들 간의 협력활동과 관련된 항목 등을 포함하여 교사들 간의 협력활동을 보다 활성화할 수 있는 체계적인 시스템을 고려할 수 있을 것이다.

한편, 과학교사의 STEAM 수업 실행에는 더 많은 사회적, 문화적 요인들이 관련될 수 있으므로 다양한 사회 문화적 맥락 속에 있는 교사들의 STEAM 수업 실행을 심층적으로 조사할 필요가 있다. 이를 위해, 활동체계와 관련된 논의에서 중요시되는 활동체계의 확장성의 측면에서 STEAM 수업 실행과 관련된 활동체계를 분석할 수 있다. 본 연구에서는 STEAM 수업 실행과 관련된 다양한 환경적 요인을 조사하

기 위해 CHAT를 활용하였으나, 활동체계의 확장성의 측면에서 활동체계들 간의 상호작용이나 활동체계의 역사적 변화와 발전을 조사할 수 있다. 예를 들어, 과학교사의 활동체계만이 아니라 학생이나 학부모와 같이 STEAM 수업 실행과 관련된 다양한 주체의 활동체계를 함께 조사하여 이러한 활동체계들 간의 모순이나 갈등을 조사할 수 있다. 또한, 본 연구에서는 활동체계의 변화와 발전이 두 교사가 모순을 해결하는 과정에서 일부 나타났으나, 활동체계의 역사적 측면을 중심으로 활동체계를 분석하여 STEAM 수업 실행에서 활동체계 요소들이 어떻게 변화하고 발전하는지도 심층적으로 조사할 수 있을 것이다.



## 제 5 장. 결론과 제언

### 1. 연구의 요약

STEAM 교육은 과학과 다양한 교과가 융합된 내용을 단순한 지식 전달 위주가 아닌 창의적 설계와 감성적 체험 등의 학습자 중심의 탐구 과정을 통해 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 실생활 문제를 해결하는 능력을 기르는 교육이다. STEAM 교육은 학생들에게 다방면에서 긍정적 효과를 줄 수 있고, 교사들도 이를 공감하고 있다. 그러나 많은 교사들이 STEAM 수업에 대한 두려움을 갖고 있고, 실제로 실행해 본 교사들도 다양한 어려움을 겪게 되며, 다른 교사들과의 합의 부족으로 STEAM 수업을 실행하지 못하기도 한다. 따라서 STEAM 교육이 활성화되고 학교 현장에 정착하기 위해서는 교사들이 STEAM 수업에 대해 긍정적 인식을 갖고 보다 적극적으로 STEAM 수업 실행에 참여하는 것이 중요하다. 즉, STEAM 교육의 실행 여부는 교사에게 달려있다고 볼 수 있으므로 STEAM 교육에 대한 교사의 전문성을 함양하는 것이 무엇보다 선행되어야 한다. 이를 위해 예비교사와 현직교사들의 STEAM 교육 실행에서 나타나는 전문성을 심층적으로 탐색하는 연구가 수행될 필요가 있다.

예비교사의 경우에는 STEAM 수업을 계획하고 시연하는 과정에서 나타나는 STEAM 교육에 대한 전문성을 분석하기 위해 STEAM-PCK를 활용할 수 있다. 또한 최근 교사의 교육과정 이해와 수업 실천에 관한 중요성이 강조될 뿐만 아니라 STEAM 교육은 기존 교육과정 내용을 그대로 적용하기 어려우므로, 교사들에게 교육과정을 재구성하여 수업을 실행하는 능력이 더욱 요구된다. 이에 STEAM 교육에서 PDC가 교사 전문성의 지표로 활용될 수 있다.

현직교사들은 STEAM 수업 실행에서 개인적 요인뿐만 아니라 환경적 요인에 의한 어려움을 많이 겪고 있고, 교사의 STEAM 교육에 대한 전문성은 다양한 교사공동체 활동 속에서 신장될 수 있으므로, 현직교사의 STEAM 교육에 대한 전문성을 향상시키기 위해서는 STEAM-PCK의 구성 요소 중 수업 시간이나 공간, 수업 자원, 학생, 공동체, 지역사회 등을 포함하는 요소인 상황 지식 요소에 초점을 맞추고 더욱 구체적으로 조사해야 한다. 이를 위해 인간의 활동체계를 집단적 활동과 연계하

여 이해하는 CHAT의 관점에서 교사의 STEAM 수업 실행을 분석할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 STEAM 교육이 효과적으로 실행되기 위해서는 교사의 역할이 중요하다고 보고, 예비교사와 현직교사의 STEAM 교육에 대한 전문성을 탐색하기 위해 교사들의 STEAM 수업 실행을 STEAM-PCK와 PDC, 그리고 CHAT를 적용하여 분석하였다.

연구 1에서는 3명의 예비과학교사가 STEAM 교육에 대한 2시간의 워크숍을 받은 후 STEAM 수업을 계획하고 시연하는 과정 전반에서 나타나는 특징을 STEAM-PCK와 PDC로 분석하고, 어려움과 교육요구, STEAM 교육에 대한 견해를 조사하였다. 연구 결과, 예비교사들은 STEAM 수업이 학생의 흥미를 유발하고 실생활과 연계되어야 하며 학생 중심의 활동으로 진행되어야 한다는 점을 중시하여 수업을 계획하였다. 또한 교과서나 기존 개발된 STEAM 수업 자료 등을 활용하기보다는 자신의 이전 경험을 바탕으로 새롭고 창의적인 내용의 수업 자료를 구성하였고, 이때 학생의 흥미와 인지적 수준, STEAM 과목 요소의 포함 여부 등을 고려하였다. 교육과정 측면에서는 과학 교과 내용의 교육과정 및 학습 목표를 고려하고 반영하였으나, 연계된 교과의 교육과정은 거의 참조하지 않았고 일부 자료를 수집하는 선에서 그쳤다. 이와 관련하여 예비교사들은 STEAM 수업 주제를 선정하고 그에 따른 적절한 과목 요소를 찾아 포함하는 것을 가장 어려워하였고, 연계된 다른 교과와 관련된 내용이나 탐구 과정 지식에서도 부족함을 보였다. STEAM 워크숍에서 STEAM 수업에 반드시 5개의 과목 요소가 모두 포함되어야 하는 것이 아님을 강조했음에도 불구하고, 예비교사들은 모든 과목 요소를 융합한 수업을 계획하느라 어려움을 겪었다. 따라서 수업의 주제나 교사의 의도에 따라 적합한 과목 요소만을 선정해야 하고, 자연스러운 융합을 통해 어떠한 목표를 달성하고자 하는지를 생각해 보는 활동을 추가할 필요가 있다. 또한 STEAM 수업 준비 과정에서 연계된 과목의 교육과정이나 내용 지식과 그 수준까지도 고려하도록 강조해야 한다.

예비교사들은 STEAM 수업의 학습 준거이자 단계 요소인 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 요소들은 충분히 반영하려고 노력하는 것으로 나타났다. 그러나 상황 제시를 수업 도입부에만 배치하거나 예술적 다양성과 관련된 활동을 창의적 설계 활동이라 인식하는 등 STEAM 수업의 학습 준거와 이를 반영하는 구체적 방법에 대한 이해가 부족한 것으로 나타났다. 따라서 예비교사에게 충분한 STEAM

수업 예시 자료를 제공하고 각 요소에 해당하는 내용이 무엇이며 어떻게 구현되었는지를 구체적으로 생각해 보는 활동이 필요하다. 특히, 창의적 설계의 정확한 의미를 설명하고 관련 예시 자료에 대한 분석 활동을 강화할 필요가 있다. 또한 예비교사들은 STEAM 수업에서 학생 중심의 활동을 고려하고 이를 반영하기 위해 노력하였으나, 개념 이해에 대한 구성주의적 접근이나 교사와 학생, 학생들 사이의 상호작용, 구성주의적 평가에 대한 이해도는 낮은 것으로 나타났다. 이는 예비교사들이 STEAM 수업과 구성주의 수업을 별개로 인식하여 나타난 결과일 수 있으므로, 예비교사를 위한 STEAM 교육 프로그램에서 구성주의 학습 이론이 반영된 STEAM 수업을 예로 들어 설명할 필요가 있다.

한편, 비교적 전통적 교수학습관을 드러낸 예비교사가 STEAM 수업 시연 과정에서 STEAM 수업의 목표를 고려하여 학생의 흥미 유발과 학생 중심 활동의 구성을 위해 노력하였는데, 이는 STEAM 수업의 준비 및 실행이 예비교사의 교수학습관의 변화에 미미하더라도 긍정적 효과를 줄 가능성을 시사한다. 또한 자신의 수업에 만족한 예비교사는 STEAM 수업이 학교 현장에서 잘 적용될 것이라는 긍정적 생각을 갖고 있었으나, 자신의 수업에 만족하지 못한 2명의 예비교사는 STEAM 수업의 장점은 공감하나 실제 적용에는 어려움이 많을 것이라는 생각을 갖고 있는 것으로 나타났다. 따라서 예비교사에게 STEAM 수업을 직접 실행해 볼 수 있는 기회를 늘리고 성공적인 결과를 얻을 수 있는 경험을 제공하여, 예비교사의 구성주의적 학습관의 정립과 STEAM 수업 실행 의지에 도움을 줄 필요가 있다.

연구 II에서는 2명의 현직과학교사가 STEAM 수업을 실행할 때 활동체계의 다양한 요소들이 STEAM 수업 실행에 미치는 영향과 활동체계 요소들 사이의 상호작용을 CHAT의 관점에서 심층적으로 분석하였다. 연구 결과, 두 교사의 STEAM 수업 실행에서 공통적으로 창의적 설계에 대한 고려가 부족한 것은 물론, 창의적 설계와 관련된 활동의 필요성에 대한 인식도 부정적인 것으로 나타났는데, 수업 진도나 차시 부족과 같은 학교 환경의 요인뿐만 아니라 학생들의 수준이나 부담감을 고려한 결과였다. STEAM 교육에서 창의적 설계는 매우 중요한 학습 준거로 제시되고 있으나 STEAM 수업을 활발히 실행하는 교사들조차도 이를 적극적으로 고려하기 어려우므로, 실제 학교 현장에서 창의적 설계를 효과적으로 반영할 수 있는 절충적인 형태의 예시 자료들을 보급할 필요가 있다. 두 교사의 STEAM 수업 실행에서의 차

이점은 STEAM 수업에 대한 교사의 전문성과 관련된 주체 요소였다. B는 A에 비해 경력이 많고 STEAM 수업을 실행하기 이전부터 유사한 수업을 실행한 경험이 많고 관련 자료를 풍부하게 보유하고 있는 반면, A는 초임교사이고 구성주의적 수업을 실행하는 것에 자신감이 없었다. 그러나 A는 동료교사들의 분위기와 STEAM 수업을 위한 분업이 긍정적으로 작용하여 큰 어려움 없이 STEAM 수업을 실행하고 있는 것으로 나타났다. 이는 다양한 환경적 요인인 활동체계의 요소들과 요소들 간의 모순을 극복하는 과정이 STEAM 수업 실행에서의 교사 전문성에 영향을 미칠 수 있음을 의미한다.

교사들의 STEAM 수업 실행에 긍정적인 영향을 미친 부분은 도구 요소에 해당하는 학교의 환경적 특성과 규칙 요소에 해당하는 STEAM 교육 정책이었다. 반면 부정적인 영향을 미친 부분은 규칙 요소 중 불충분한 과학 수업 시수였다. 활동체계 요소들 사이에 충돌로 인한 모순도 나타났는데, A의 경우에는 학생활동 지도에서, B의 경우 수업 준비와 관련된 부분에서 나타났다. 교사들은 모순으로 인해 어려움을 겪고 더욱 필요한 부분에 대한 요구를 드러내면서도, 결국 모순을 해결하기 위해 노력하면서 STEAM 수업을 실행하였다. A의 경우 무기력한 학생들로 인해 STEAM 수업 실행이 어려웠으나 동료교사의 도움과 자신의 강한 의지로 극복하였고, B의 경우 동료교사와의 협업이 어려웠으나 다른 교사들과 함께 사용할 전체 교재를 혼자 제작하거나 수업 진행에서 학생들의 도움을 요청하는 등의 노력으로 극복하였다. 이처럼 두 교사가 모순 해결을 위해 적극적으로 노력할 수 있었던 것은 이전에 실행했던 STEAM 교육이 학생들에게 긍정적인 영향을 미친다는 생각을 갖고 있었기 때문인데, 이러한 성공 경험의 인식에는 활동체계의 요소들이 복합적으로 작용하였다. 즉, 공동체 요소에 해당하는 학생들의 수업 태도나 규칙 요소에 해당하는 교원평가 결과 등이 교사가 STEAM 수업 실행이 성공적이었다고 인식하는데 큰 영향을 미친 것이라 볼 수 있다. 따라서 교사들이 STEAM 수업 실행에 강한 의지를 가질 수 있도록 STEAM 수업 실행의 성과를 긍정적으로 인식할 수 있는 다양한 환경적 제반을 마련할 필요가 있다.

## 2. 결론과 제언

연구 I 과 II 의 결과를 종합하여 도출한 결론과 제언은 다음과 같다.

첫째, STEAM 수업을 실행하기 위해 필요한 구체적 정보가 제공되어야 한다. STEAM 가이드북(한국과학창의재단, 2012, 2015a)에서는 STEAM 교육의 목표 및 정의와 함께 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 학습 준거를 안내하고 있다. 그러나 연구 I 과 II 에서 예비교사는 물론 현직교사의 STEAM 수업 실행에서도 STEAM 수업의 학습 준거 중 창의적 설계는 잘 고려되거나 실행되지 못하였고, 예비교사들은 상황 제시나 창의적 설계의 의미를 정확히 이해하지 못하는 것으로 나타났다. 또한 이러한 학습 준거는 STEAM 수업의 목적과 형태 및 운영 방법, 각 학교 현장의 서로 다른 환경적 요인 등에 따라 동일하게 적용되기에는 어려운 점이 많다. 따라서 학습 준거 각각의 의미를 자세히 설명하는 것은 물론, 표준화된 하나의 학습 준거가 아닌 다양한 수업에 적용 가능한 유연한 학습 준거를 제시한다거나, 학습 준거를 적용하는 다양한 사례 등을 개발하여 제공한다면, 교사들이 학습 준거를 효과적으로 반영하여 STEAM 수업을 계획하고 실행하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다. 특히 학교 현장의 구체적 상황을 고려하지 못하는 예비교사의 경우에는 이러한 STEAM 교육에 대한 기본적 정보뿐만 아니라 STEAM 수업을 가장 효과적으로 실행할 수 있는 대상 학년이나 교과, 교육과정 관련 주제, 개발된 프로그램 목록과 내용 등에 대한 현실을 반영한 정보도 제공될 필요가 있다. 교원연수에서도 교사들이 쉽게 따라할 수 있는 현실적인 STEAM 수업의 사례나 데이터베이스를 안내할 필요가 있다.

둘째, 교사들이 STEAM 수업 실행에 만족할 수 있도록 하는 다양한 노력이 필요하다. 연구 결과, 자신의 STEAM 수업 시연에 만족한 예비교사는 STEAM 교육에 긍정적 인식을 가지고 학교 현장에서 적용하고자 하는 의지를 표현하였고, STEAM 수업 실행의 활동체계 구성 요소 중 규칙 요소에서 나타난 긍정적 결과는 현직교사의 STEAM 수업 실행 의지에 영향을 주는 것으로 나타났다. 즉, 교사의 STEAM 수업 실행에 대한 성공 경험이 STEAM 수업을 실행하고자 하는 의지에 영향을 줄 수 있으므로 교사들이 자신이 실행한 STEAM 수업에 만족감을 느낄 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 예비교사들이 STEAM 수업을 계획하는 과정에서 전문가가 지

속적으로 피드백을 주는 멘토링이나, 예비교사 2명이 수업에 함께 참여하여 수업에 대한 부담감을 완화하고 수업에 대한 자신감을 키울 수 있는 코칭(한재영 등, 2008), 사범대학의 여러 학과가 연계된 형태의 STEAM 교육 워크숍이나 강좌 등이 운영될 수 있다. 현직교사를 위한 STEAM 연수 프로그램에도 STEAM 교육 전문가의 멘토링이나 여러 전공 교사가 함께 참여하는 STEAM 교육 워크숍이 적용될 수 있다. 또한 STEAM 수업 실행에서 느끼는 만족감은 학생이나 학부모, 동료교사의 반응, 학교의 지원 등에서 유발될 수도 있으므로, STEAM 교육이 권장되고 STEAM 수업을 실행하는 교사가 긍정적으로 평가되는 학교 공동체의 분위기를 조성하려는 노력이 필요할 것이다.

셋째, STEAM 교육을 위한 협력적 교사 공동체가 형성되어야 한다. 교사들의 협력적인 분위기나 협조적인 태도 등이 STEAM 수업 실행의 전파에 중요한 요소로 작용하므로, 협력적인 교사 공동체의 형성은 STEAM 수업의 실행에 크게 영향을 줄 수 있다. 우선 STEAM 수업에 대해 부정적 인식을 갖고 있는 교사들을 위해 STEAM 교육을 필연적 패러다임의 변화로 홍보하기 보다는 STEAM 수업으로 인한 학생들의 긍정적 변화를 구체적으로 들어 홍보할 필요가 있다. 더불어 학교장의 적극적 노력을 통해 학교 내 교사 모임이 활성화되어 STEAM 수업을 교사들의 협업으로 운영할 수 있도록 해야 한다. 교원 평가에서도 교사들 간의 협력 활동과 관련된 항목을 포함하여 교사들 간의 협력 활동을 보다 활성화할 수 있는 체계적인 시스템을 고려할 수 있을 것이다. 예비교사의 경우에도 STEAM 교육을 위한 워크숍에 STEAM 수업 사례의 분석이나 STEAM 수업 주제에 관한 아이디어 공유 등의 모둠 활동을 강화하려는 노력을 통해 예비교사의 STEAM 교육에 대한 전문성을 향상시킬 수 있을 것이다. 또한 예비교사와 현직교사가 함께 STEAM 수업 사례를 분석하거나 STEAM 수업을 계획해 보는 활동을 수행하는 공동체가 형성될 수 있다면 현장의 경험과 분위기가 반영될 수 있으므로 예비교사의 STEAM 교육 전문성 향상에 더욱 도움을 줄 수 있을 것이다.

넷째, 교사들의 STEAM 수업 실행을 활성화하기 위한 다양한 제도적 지원이 요구된다. 우선 학교에서 진행되는 교원평거나 공개수업운영 등과 같은 학교 시스템에 STEAM 수업과 관련된 내용을 추가함으로써 교사들의 STEAM 수업 실행을 장려할 수 있다. 또한 교사들의 STEAM 수업 실행을 촉진할 수 있는 학교 환경을 조성

하기 위해서는 학교 현장의 구체적 상황을 고려한 제도적 지원이 추가적으로 이루어져야 한다. 현재 교육부와 한국과학창의재단은 STEAM 교육의 활성화를 위해 다양한 정책을 추진하고 많은 지원을 하고 있으나, 현장의 교사들이 실질적으로 도움을 받을 수 있는 지원은 부족한 실정이다. 예를 들어, 교사들은 STEAM 수업을 위한 수업 시수의 조정이나 블록타임제 운영 여부, 교과 간 협의, 교육과정의 운영 등에 있어서 가장 어려움을 겪고 있으므로 이를 지원할 수 있는 구체적 방안이 수립될 필요가 있다. 교원양성기관인 교육대학이나 사범대학에서는 예비교사들의 STEAM 수업 실행을 돕기 위한 다양한 강좌가 필요할 것이다. STEAM 교육은 과학 기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 학생 중심 활동을 통해 문제 해결력을 기를 수 있는 교육이므로, 구성주의에 대한 이해가 선행되어야 효과적으로 실행될 수 있을 것이다. 따라서 예비교사를 위한 STEAM 교육 워크숍 등의 프로그램은 구성주의 학습 이론이나 수업 모형에 관한 강좌 이후에 진행되어야 한다. 또한 구성주의 수업 모형이 반영된 STEAM 수업 자료의 예시도 제공될 필요가 있으며, 교사교육자들도 STEAM 교육의 내용을 충분히 숙지하고 경험할 수 있도록 하는 교사교육자를 위한 STEAM 교육 연수도 운영될 필요가 있다. 교육 실습에서도 예비교사들이 STEAM 수업을 직접 경험할 수 있도록 교육 실습의 과정에 STEAM 교육에 관한 내용을 필수로 추가하는 방안에 대한 고려도 필요할 것이다.

### 3. 추후 연구과제

본 연구의 결과를 바탕으로 추가로 진행되어야 할 연구 과제들을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 예비교사들의 STEAM 수업에 대한 성공 경험이 STEAM 수업에 대한 인식과 실행 의지에 영향을 미치므로, 예비교사들이 STEAM 수업을 성공적으로 시연할 수 있도록 수업 준비 과정에서 전문가가 지속적으로 피드백을 주는 멘토링을 운영한다면 매우 효과적일 것으로 예상된다. 또한 예비교사들이 수업에 함께 참여하여 수업에 대한 부담감을 완화하고 자신감을 키울 수 있도록 코칭도 운영될 수 있다. 따라서 예비교사들을 위한 STEAM 교육 프로그램에서 멘토링이나 코칭의 운영이 예비교사들의 STEAM 수업 실행에 어떠한 영향을 미치는지를 탐색하는 연구

가 진행될 필요가 있다.

둘째, 예비교사들은 학교 현장에서 학생을 직접 가르치는 교육 실습을 통해 사범대학 교육과정에서 배운 다양한 이론들을 적용해 보는 기회를 갖게 되므로, 교육 실습 시에 STEAM 수업을 직접 경험해 보는 기회도 가진다면 STEAM 수업에 대한 전문성 신장이나 자신감 상승 측면에서 매우 효과적일 수 있다. 이때 실습학교와 지도교사, 동료 실습교사들의 적극적인 협조가 필요하고, 예비교사들도 주변 환경에 큰 영향을 받을 수 있으며, 수업의 성공 여부도 달라질 수 있다. 따라서 교육실습에서 예비교사들의 STEAM 수업 실행을 심층적으로 분석하는 연구가 필요하다.

셋째, CHAT는 활동체계를 구성하는 요소들 사이의 모순과 모순의 해결 과정을 통한 활동체계의 변화, 즉 역사적 측면에도 초점을 맞추고 있다. 따라서 교사들이 STEAM 수업을 실행하면서 시간에 따라 활동체계가 어떻게 변화하는지를 살펴보는 연구가 진행될 수 있을 것이다. 또한 CHAT에서는 활동체계들 사이의 상호작용도 중요한 부분이므로, 동일한 공동체 내에서 STEAM 수업을 실행하는 교사들과 학생, 학부모 등을 선정하여 이들의 활동체계 사이의 상호작용을 심층적으로 조사하는 연구도 진행될 필요가 있다.



## 참 고 문 헌

- 강정찬 (2016). 반성적 성찰기법 활용을 통한 예비교사의 수업설계 능력 향상 전략 탐색. 학습자중심교과교육연구, 16(1), 231-261.
- 강창익, 이상칠, 강경희 (2013). STEAM 교육에 대한 중등교사의 인식과 연수 만족도. 교육과학연구, 15(2), 1-12.
- 강현석, 방기용 (2012). 교육과정 재구성 저해 요인 분석을 위한 탐색. 수산해양교육연구, 24(1), 123-135.
- 강호감, 김태훈 (2014). 초등과학영재의 창의적 문제해결력 향상을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발. 영재교육연구, 24(6), 1025-1038.
- 강희선, 서혜애 (2013). 중학교 과학영재를 위한 생명과학 기반 융합인재교육(STEAM) 프로그램의 개발과 적용. 과학영재교육, 5(3), 162-173.
- 고상숙, 김은호, 문정윤, 배지은, 정대진 (2011). 예비수학교사의 신념에 따른 교수학적 내용지식(PCK)과의 관련성에 관한 연구. 교과교육학연구, 15(4), 829-856.
- 고황경, 김재원 (2013). 중학교 미술과와 수학과와의 융합인재교육(STEAM) 교수·학습방법 개발 및 적용 연구. 조형교육, 46, 1-27.
- 곽영순 (2002). 예비교사들을 통해 알아본 교사양성 프로그램의 효과 및 과제: 학생들의 변하지 않는 신념들. 한국지구과학회지, 23(4), 309-324.
- 교육과학기술부 (2010). 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국. 2011년 업무보고서.
- 교육과학기술부 (2011a). 인재대국 진입으로 선진 일류국가 실현. 2012년 업무보고서.
- 교육과학기술부 (2011b). 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제2011-361호.
- 교육부 (2016). “미래세대의 꿈과 행복을 위한 과학교육” 실현 위한 과학교육종합계획.
- 구은주, 박윤배 (2011). 중등과학 초임교사가 교직수행과정에서 겪는 어려움 분석.

- 한국과학교육학회지, 31(2), 153-163.
- 권인탁 (2008). 문화역사적 활동이론(Cultural-Historical Activity Theory)을 활용한 평생학습도시의 발전전략. 평생교육학연구, 14(2), 1-29.
- 권종미, 정완호, 김영신 (2001). 과학과 교사용 지도서에 대한 교사의 인식과 개선 방향. 초등과학교육, 20(1), 75-90.
- 금영충, 배선아 (2012). STEAM 교육에 대한 초등교사의 인식과 요구. 대한공업교육학회지, 37(2), 57-75.
- 김경순, 윤지현, 박지애, 노태희 (2011). 중등 과학 예비교사들의 수업시연 계획 및 실행에서 나타난 교과교육학지식의 요소. 한국과학교육학회지, 31(1), 99-114.
- 김권숙, 최선영 (2012). 과학 기반 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 31(2), 216-226.
- 김남수, 이혁규 (2012). 문화역사 활동이론을 통한 1년차 서울형 혁신학교의 수업 혁신 활동의 이해. 열린교육연구, 20(4), 357-382.
- 김남수, 황세영 (2013). 우리나라 수업 전문성 신장 활동의 탐색: 문화역사활동이론의 관점에서. 한국교원교육연구, 30(4), 163-188.
- 김덕호, 고동국, 한명재, 홍승호 (2014). STEAM 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학교과 흥미도에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 34(1), 43-54.
- 김덕호, 고동국, 한명재, 홍승호 (2014). STEAM 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학교과 흥미도에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 34(1), 43-54.
- 김방희, 김진수 (2013). STEAM 교육의 PCK 유형 탐색을 위한 분석틀 개발. 한국기술교육학회지, 13(2), 63-85.
- 김방희, 이희진, 김진수 (2013). 중학교 기술교과의 T-STEAM 프로그램 개발 및 수업 적용. 한국기술교육학회지, 13(1), 131-151.
- 김병수 (2013). 국어 수업 분석을 통한 예비교사와 경력교사의 PCK 연구. 새국어교육, 97, 7-36.
- 김보경 (2004). 교육용 게임에서 게이머의 활동을 이해하는 틀로서의 활동이론 탐색. 교육학연구, 42(2), 459-483.

- 김성원, 정영란, 우애자, 이현주 (2012). 융합인재교육(STEAM)을 위한 이론적 모형의 제안. 한국과학교육학회지, 32(2), 388-401.
- 김아라, 정진수, 김용성, 문동오 (2016). 문화역사적 활동이론을 통한 중학교 특수교육 대상 학생의 무성생식 스마트러닝 활동 분석. 과학교육연구지, 40(1), 52-71.
- 김영민, 이영주, 김기수 (2016). 융합인재교육(STEAM) 심화과정 연수에 대한 초·중등교사의 인식 및 교육요구도 분석. 실과교육연구, 22(2), 51-70.
- 김정효 (2012). 지식기반사회에서 융합교육을 위한 간학문적 통합교육의 가능성 탐색. 문화예술교육연구, 7(1), 175-200.
- 김종백, 조형정 (2007). 영재를 위한 교수-학습과정 설계와 분석 틀로서의 활동이론. 영재와 영재교육, 6(2), 129-148.
- 김준수, 김중욱, 김진수 (2015). 한국과학창의재단 STEAM 교육 프로그램의 분석. 실과교육연구, 21(2), 25-44.
- 김진수 (2011). STEAM 교육을 위한 큐빅 모형. 한국기술교육학회지, 11(2), 124-139.
- 김진연, 김기수 (2014). 중학교 기술교과에서 공학설계 중심 STEAM 수업자료 개발. 한국기술교육학회지, 14(2), 154-173.
- 김진연, 김현정, 김영민, 김기수 (2013). 중학교 ‘전자기계기술’ 단원의 STEAM 프로그램 개발. 실과교육연구, 19(2), 267-288.
- 김평국 (2004). 초등학교 교사들의 교과 내용 재구성 실태와 그 활성화 방안. 교육과정연구, 22(2), 135-161.
- 김평국 (2005). 중등학교 교사들의 교과 내용 재구성 실태와 그 활성화 방향. 교육과정연구, 23(4), 91-130.
- 김필성 (2015). 교사의 교육과정 재구성 경험에 대한 내러티브 탐구. 경북대학교 박사학위논문.
- 김현정, 김영민, 김진연, 허혜연, 김종남, 김기수 (2013). 중학교 동아리활동을 위한 STEAM 기반 프로젝트 교육 프로그램 개발: “지구사진 촬영” 주제를 중심으로. 대한공업교육학회지, 38(2), 195-217.
- 노석구 (2014). 초등학교 영재반 대상 융합인재교육에 참여한 교사들의 프로그램에 대한 인식. 교육논총, 34(3), 45-63.

- 노태희, 양찬호, 김영훈, 강훈식 (2012). 코티칭을 통한 초임 과학영재교육 담당교사의 수업 전문성 변화에 관한 사례연구. 한국과학교육학회지, 32(4), 655-670.
- 노희진, 백성혜 (2014). STEAM교육을 실행한 중등교사의 융합교육에 대한 인식. 학습자중심교과교육연구, 14(10), 375-402.
- 문지영, 송주연, 김성원 (2013). 과학-예술 통합 활동에 대한 초등학교 교사들의 인식. 한국과학교육학회지, 33(5), 1007-1020.
- 박기용, 배영직, 강이철 (2009). 교육실습에서 예비교사의 수업설계 과정에 관한 사례연구. 한국교원교육연구, 26(3), 169-197.
- 박재성, 강훈식, 한재영 (2017). 해결자·청취자 활동이 예비 화학교사의 지필평가 문항 제작 과정에서 고려된 교과교육학 지식(PCK) 구성 요소 사이의 상호작용에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 37(3), 429-440.
- 박종원 (2004). 과학적 창의성 모델의 제안: 인지적 측면을 중심으로. 한국과학교육학회지, 24(2), 375-386.
- 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 백윤수 (2012). STEAM 교육의 구성 요소와 수업 설계를 위한 준거 틀의 개발. 학습자중심교과교육학회지, 12(4), 533-557.
- 박현주, 변수용, 심재호, 백윤수, 정진수 (2016). 우리나라 초·중·고등학교의 STEAM 교육 운영 현황 실태조사. 한국과학교육학회지, 36(4), 669-679.
- 박혜원, 신영준 (2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. 생물교육, 40(1), 132-146.
- 배진호, 윤봉희, 김진수 (2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등과학수업이 과학 학습 동기와 학업 성취도에 미치는 영향. 초등과학교육, 32(4), 557-566.
- 배진호, 윤봉희, 김진수 (2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등과학수업이 과학 학습 동기와 학업 성취도에 미치는 영향. 초등과학교육, 32(4), 557-566.
- 백성혜, 김중우, 최성욱, 이영준, 최정아, 양경은, 정경식, 최정원, 이슬비, 전민철, 김정은 (2012). STEAM 교육 실현을 위한 사범대학 교육과정 개발 연구. 한국과학창의재단.
- 백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙 (2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. 학습자중심교과교육연구, 11(4), 149-171.

- 백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최종현 (2012). 융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구. 한국과학창의재단 연구보고서(2012-12).
- 서경혜 (2009). 교사들의 교육과정 재구성 실천 경험에 대한 사례연구. 교육과정연구, 27(3), 159-189.
- 설진성, 강인애 (2013). 활동이론에 근거한 초등교사의 구성주의 교육실천 분석. 학습자중심교과교육연구, 13(5), 353-382.
- 성애리 (2017). 구성주의 미술교육 기반의 융합인재교육(STEAM) 활성화 방안연구. 한양대학교 박사학위논문.
- 손미현, 정대홍, 최원호 (2016). 나노과학 기반의 STEAM 프로그램 개발과정에서 개발 교사들이 경험하는 어려움과 극복 방안 사례 연구. 현장과학교육, 10(1), 103-116.
- 손승희 (2006). 교과내용 재구성의 의미와 발전 방향. 충남대학교 교육연구논총, 27(2), 109-125.
- 손연아 (2012). 예비과학교사들의 과학과 예술 융합 수업 준비와 시연과정에서의 STEAM 교육에 대한 인식 변화 및 수업 분석과 피드백: 영화와 연극 접목 융합 수업을 중심으로. 생물교육, 40(4), 475-493.
- 신동희, 김정우, 김래영, 이종원, 이현주, 이정민 (2012). 융합형 교사 교육 프로그램 개발 연구. 교과교육학연구, 16(1), 371-398.
- 신성미, 심현섭 (2015). 기술·가정 ‘친환경적 의생활과 옷 고쳐입기’ 단위 STEAM 교수·학습 과정안 개발과 적용. 교원교육, 31(S), 271-292.
- 신영준, 한선관 (2011). 초등학교 교사들의 융합인재교육(STEAM)에 대한 인식 연구. 초등과학교육, 30(4), 514-523.
- 신영준, 한선관, 김해경, 온정덕 (2012). STEAM 교육 실현을 위한 교·사대 교육과정 개발 연구: 교육대학교 교육과정. 한국과학창의재단.
- 신재한, 남궁정도, 김유, 박성수, 조준범, 이영미, 한주연 (2013). 인형극을 통한 예술중심 STEAM 융합교육 프로그램 개발 및 적용. 학습자중심교과교육연구, 13(1), 215-240.
- 안정용, 나지연, 송진웅 (2013). 통합 과학교육을 실천하고 있는 두 중등학교의 사

- 레: 무엇이 통합 과학교육을 가능하게 하는가? 한국과학교육학회지, 33(4), 763-777.
- 안혜란, 유미현 (2015). 영재교육에서의 융합인재교육(STEAM) 연구 동향 분석. 영재교육연구, 25(3), 401-420.
- 양미선, 민병미, 손연아, 김동렬 (2012). 예비 과학교사가 중학교 과학수업에서 겪는 어려움 분석: 과학수업모형과 탐구과정요소 적용을 중심으로. 교원교육, 28(2), 143-164.
- 양찬호, 배유진, 노태희 (2013). 중등 예비과학교사의 교육과정 설계에서 교육과정 자료의 활용 방식 분석. 한국과학교육학회지, 33(7), 1312-1328.
- 양찬호, 송나운, 김민환, 노태희 (2016). 중등 예비화학교사의 수업 계획에서 교사용 지도서의 활용 방식 분석. 한국과학교육학회지, 36(4), 681-691.
- 오희진 (2012). 과학교사의 STEM 교육에 대한 관심도와 STEM-PCK 변화 분석. 경북대학교 박사학위논문.
- 유병규, 구하라, 김선진, 김시정, 문중은, 박영석, 안성호, 이선경, 이은연, 주미경, 차윤경, 함승환, 황세영, 신혜원 (2014). 네 교사의 융복합교육 실행 경험의 이해. 학습자중심교과교육연구, 14(5), 339-371.
- 유정숙, 황신영, 한인식 (2016). STEAM 심화과정 교사연수에 참여한 초·중등교사들의 STEAM에 대한 인식 비교. 교과교육학연구, 20(1), 50-58.
- 유제정, 이길재 (2013). 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램이 초등과학영재와 초등 일반학생의 창의성과 정서지능에 미치는 효과. 초등과학교육, 32(1), 36-46.
- 윤창국, 박상옥 (2012). 문화역사적 활동이론의 발전과 평생교육연구에 주는 시사점. 평생교육학연구, 18(3), 113-139.
- 이동희, 김진옥, 김진수 (2015). STEAM 교육의 창의적 설계 단계에 대한 절차 모형의 개발 및 적용. 한국기술교육학회지, 15(1), 150-170.
- 이부연 (2014). 미술을 중심으로 한 STEAM교육 프로그램 연구: 초·중학교 교수-학습안 개발을 중심으로. 한국과학예술포럼, 16, 311-321.
- 이석진, 김남숙, 이윤진, 이승진 (2017). 융합인재교육(STEAM)의 창의성과 문제해결력 효과에 관한 메타분석: 연구방법 및 연구자를 중심으로. 한국과학교육학회지, 37(1), 87-101.

- 이선경, 오필석, 김혜리, 이경호, 김찬중, 김희백 (2009). 과학 교사의 교수내용지식과 실천적 지식에 관한 연구 관점 고찰. 한국교원교육연구, 26(1), 27-57.
- 이선경, 황세영 (2012). 과학교육에서 융복합 교육에 대한 교사의 인식과 경험 탐색: 과학교사 포커스 그룹 논의를 중심으로. 한국과학교육학회지, 32(5), 974-990.
- 이시예, 이형철 (2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학 관련 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 32(1), 60-70.
- 이연숙 (2006). 교수학적 내용지식(PCK) 및 그 표상(PCKr)의 개념적 정의와 분석도구 개발 : 예비 과학교사의 '힘과 에너지' 수업 사례를 중심으로. 서울대학교 석사학위논문.
- 이영민, 허진휴 (2013). 끓는점 오름에 대한 내용표상화(Content Representation)활동에서 나타난 예비교사의 PCK 특징. 한국과학교육학회지, 33(7), 1385-1402.
- 이영은, 이효녕 (2014). 공학적 설계와 과학 탐구 기반의 STEAM 교육 프로그램이 중학생의 과학, 수학, 기술에 대한 흥미, 자기효능감 및 진로 선택에 미치는 효과. 교과교육학연구, 18(3), 513-540.
- 이영주 (2012). 동료피드백 활동을 통한 예비교사들의 수업설계능력 향상에 관한 연구: ASSURE모형활용 수업지도안 작성을 중심으로. 교육공학연구, 28(4), 687-706.
- 이우정, 강순희 (2014). 중학생들의 방과 후 창의적 체험 활동에서 창의적 사고력과 비판적 사고력 강화 STEAM 지향 과학 교수 전략. 교과교육학연구, 18(2), 321-342.
- 이유리, 곽승철 (2011). 교수내용지식(PCK)의 연구 동향에 대한 분석. 교육종합연구, 9(3), 112-131.
- 이윤정 (2012). 문화역사적 활동이론을 통한 장애학생 과학교육 실천 사례 분석. 대구대학교 박사학위논문.
- 이용주 (2013). 문화-역사적 활동이론을 적용한 과학수업 분석도구 개발. 대구대학교 석사학위논문.
- 이자연 (2008). 교사의 교육과정 재구성 방식과 특징에 대한 사례연구. 이화여자대학교 석사학위논문.

- 이정민, 신영준 (2014). 융합인재교육(STEAM) 수업에서 초등교사들이 겪는 어려움 분석. 초등과학교육, 33(3), 588-596.
- 이준기, 이태경, 하민수 (2013). 교사들의 아이디어 융합 과정에서 나타나는 교역지대의 진화과정탐색: 자율적 학습공동체 “STEAM 교사 연구회” 사례연구. 한국과학교육학회지, 33(5), 1055-1086.
- 이지원, 모진우, 김형준, 신지은, 양성호, 손정주, 이재영, 김중복 (2017). 융합인재교육의 현장적용을 경험한 예비교사의 융합인재 지도역량 향상에 대한 인식조사. 현장과학교육, 11(1), 113-128.
- 이지원, 박혜정, 김중복 (2013). 융합인재교육(STEAM) 연수를 통해 교수·학습 자료 개발 및 현장적용을 경험한 초등교사들의 인식 조사. 초등과학교육, 32(1), 47-59.
- 이진경 (2015). STEAM 기반 교육을 위한 PEIPE 교수학습모형 개발 및 적용. 공주대학교 박사학위논문.
- 이창현, 강남화 (2014). PCK 관점에서의 중등물리교사 양성과정과 물리 교수 실천 분석. 교사교육연구, 53(1), 112-126.
- 이창훈, 서원석 (2012). 오토마타(automata) 만들기를 통한 STEAM 통합 기반의 창의 설계 교육 프로그램 개발 및 적용. 한국기술교육학회지, 12(1), 67-91.
- 이현주, 정가운 (2013). 과학관련 사회쟁점 수업에서 과학교사의 교수활동에 대한 분석: 문화역사적 활동이론의 관점에서. 학습자중심교과교육연구, 13(5), 413-433.
- 이효녕, 손동일, 권혁수, 박경숙, 한인기, 정현일, 이성수, 오희진, 남정철, 오영재, 방성혜 (2012). 통합 STEM 교육에 대한 중등 교사의 인식과 요구. 한국과학교육학회지, 32(1), 30-45.
- 임성만, 채동현, 김은정, 현동걸, 김오범, 한제준 (2014). 교과대체형 STEAM(융합인재교육) 프로그램 개발 및 적용 후 학생들의 인식 분석: 6학년 에너지 관련 단원을 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 7(1), 119-132.
- 임수민, 김영신, 이태상 (2014). 융합인재교육(STEAM)의 현장적용에 대한 초등 교사들의 인식조사. 과학교육연구지, 38(1), 133-143.
- 장진아, 박지선, 송진웅 (2014). 초등 과학 교과전담 교사의 실험수업에서 형성되는



- 사회문화적 맥락의 특징 - 사회문화적 요인 및 요인들 간 상호작용을 중심으로. 초등과학교육, 33(2), 217-230.
- 정재성 (2008). 초등교사의 실천적 지식이 교육과정 재구성에 미치는 효과. 단국대학교 박사학위논문.
- 정진수, 이응주 (2013). 문화-역사적 활동 이론(CHAT: Cultural-Historical Activity Theory)에 기초한 생명과학 수업 활동 분석. 생물교육, 41(3), 446-458.
- 주희선 (2014). 교육실습여부와 모의수업 경험에 따른 예비중등음악교사의 교수내용 지식(PCK)의 차이 조사. 학습자중심교과교육연구, 14(2), 91-106.
- 채수풍, 전석주 (2015). 로봇을 활용한 STEAM기반 프로그래밍교육이 초등학생의 창의성 및 인성에 미치는 효과. 정보교육학회논문지, 19(2), 159-166.
- 천은겸, 나지연, 정용재, 송진웅 (2015). “실행공동체” 관점에서 과학교실문화 분석을 위한 조사도구의 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 35(1), 131-142.
- 최숙영, 이재원, 노태희 (2015). 중등 예비과학교사의 STEAM 수업 시연에 대한 사례 연구. 한국과학교육학회지, 35(4), 665-676.
- 최승현, 곽영순(2007). 교육과정 개정에 따른 과학과 내용 교수 지식(PCK) 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2007-3-3.
- 최영미, 홍승호 (2015). 스크래치 프로그래밍을 활용한 ‘작은 생물’ STEAM 수업이 초등과학 영재에게 미치는 효과. 초등과학교육, 34(2), 194-209.
- 최유현, 노진아, 이봉우, 문대영, 이명훈, 장용철, 박기문, 손다미, 임운진, 이은상 (2012). 창의적 융합인재양성을 위한 STEAM 교육과정 모형 개발. 한국기술교육학회지, 12(3), 63-87.
- 최유현, 이은상, 김동하 (2013). 중학생을 위한 STEAM 교육 프로그램의 개발. 한국기술교육학회지, 13(1), 152-177.
- 한국과학창의재단 (2012). STEAM 가이드북: 손에 잡히는 STEAM 교육: 무엇이 아이들을 즐겁게 하는가.
- 한국과학창의재단 (2015a). STEAM 가이드북 개정판: 눈에 보이는 STEAM 교육.
- 한국과학창의재단 (2015b). 2015 개정 과학과 교육과정 시안 개발 방향.
- 한문정 (2015). 과학관 교수 학습에 대한 교사의 인식과 과학관 활용 교수 실제. 서울대학교 박사학위논문.

- 한문정, 양찬호, 노태희 (2014). 교사의 과학관 학습 실행에 대한 이해: CHAT를 활용한 사례연구. 한국과학교육학회지, 34(1), 33-42.
- 한재영, 윤지현, 노태희 (2008). 예비 교사 교육 방안으로서 코티칭의 유용성. 한국교원교육연구, 25(1), 117-136.
- 한재영, 임성민 (2017). 문화역사활동이론을 통한 과학교사의 해외 봉사활동 분석. 학습자중심교과교육연구, 17(3), 631-650.
- 한혜숙 (2015). 코티칭 전략을 활용한 STEAM 수업이 예비수학교사의 융합인재교육 핵심역량에 미치는 효과. 학습자중심교과교육연구, 15(12), 283-317.
- 한혜숙, 박현주 (2015). STEAM 프로그램 분석틀 개발 및 프로그램 분석. 학습자중심교과교육연구, 15(6), 41-64.
- 한혜숙, 이화정 (2012). STEAM 교육을 실행한 교사들의 STEAM 교육에 관한 인식 및 요구 조사. 학습자중심교과교육연구, 12(3), 573-603.
- 한혜숙, 주홍연, 이화정, 이재영 (2016). 수학교과 중심의 STEAM 프로그램 적용이 고등학교 여학생들의 수학에 대한 정의적 특성과 창의적 사고 능력에 미치는 영향. 학습자중심교과교육연구, 16(5), 97-122.
- 현은령 (2016). 미디어스토리텔링디자인 기반 STEAM프로그램의 고등학교 화학교육 적용효과. 한국디자인문화학회지, 22(3), 639-650.
- 현은령 (2017). 공학계열 교직전공 예비교사의 STEAM교육 이해도 및 인식현황. 공학교육연구, 20(2), 3-8.
- 황세영, 김남수 (2014). 문화역사 활동이론의 관점에서 교생실습 활동의 분석. 한국교원교육연구, 31(1), 141-170.
- Barnet, J., & Hodson, D. (2001). Pedagogical Context Knowledge: Toward a fuller understanding of what good teachers know. *Science Education*, 85, 426-453.
- Beatty, I. D., & Feldman, A. (2012). Viewing teacher transformation through the lens of cultural-historical activity theory (CHAT). *Educational As Change*, 16(2), 283-300.
- Beyer, C. J. (2009). *Using reform-based criteria to support the development of preservice elementary teachers' pedagogical design capacity for analyzing science curriculum materials*. Unpublished doctoral dissertation, University of

Michigan.

- Beyer, C. J., & Davis, E. A. (2012). Learning to critique and adapt science curriculum materials: Examining the development of preservice elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 96(1), 130-157.
- Brown, M. (2002). *Teaching by design: Understanding the intersection between teacher practice and the design of curricular innovations*. Doctoral Dissertation, Northwestern University.
- Brown, M. (2009). The teacher-tool relationship: Theorizing the design and use of curriculum materials. In J. T. Remillard, B. A. Herbel-Eisenmann, & G. M. Lloyd(Eds.), *Mathematics teachers at work: Connecting curriculum materials and classroom instruction* (pp. 17-36). NY: Routledge.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington, VA: National Science Teachers Association.
- Carter, K. (1990). Teachers' knowledge and learning to teach. In W. R. Houston (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 291-310). New York: Macmillan.
- Charmaz, K. (2000). Grounded theory: Objectivist and constructivist methods. In N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2nd ed., pp. 509-535). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Clark, A. C., & Ernst, J. V. (2007). A model for the integration of science, technology, engineering, and mathematics. *The Technology Teacher*, 66(4), 24-26.
- Clark, P. A, & Fournillier, J. B. (2012). Action research, pedagogy, and activity theory: Tools facilitating two instructors' interpretations of the professional development of four preservice teachers. *Teaching and Teacher Education*, 28(5), 649-660.
- Cochran, K., DeRuiter, J., & King, R. (1993). Pedagogical content knowing: An

- integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44(4), 263-272.
- Drake, C., & Sherin, M. G. (2006). Practicing change: Curriculum adaptation and teacher narrative in the context of mathematics education reform. *Curriculum Inquiry*, 36(2), 153-187.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.
- Engeström, Y. (1999a). Activity theory and individual and social transformation. In Y. Engeström, R. Miettinen & R. L. Punamäki (Eds.), *Perspectives on Activity Theory* (pp. 19-38). Cambridge: Cambridge University Press.
- Engeström, Y. (1999b). Innovative learning in work teams: Analyzing cycles of knowledge creation in practice. In Y. Engeström, R. Miettinen & R. L. Punamäki (Eds.), *Perspectives on Activity Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.
- Forbes, C. T., & Davis, E. A. (2008). The development of preservice elementary teachers' curricular role identity for science teaching. *Science Education*, 92(5), 909-940.
- Geddis, A. N., Onslow, B., Beynon, C., & Oesch, J. (1993). Transforming content knowledge: Learning to teach about isotopes. *Science Education*, 77(6), 575-591.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds), *Examining Pedagogical Content Knowledge*. MA: Kluwer Academic Publishers.
- Grossman, P. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2015). In-service Teachers' Implementation and Understanding of STEM Project Based Learning. *Eurasia*

- Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 63-76.
- Haney, J. J., & McArthur, J. (2002). Four case studies of prospective science teachers' beliefs concerning constructivist teaching practices. *Science Education*, 86(6), 783-802.
- Hashweh, M. Z. (2005). Teacher pedagogical constructions: A reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 11(3), 273-292.
- Jonassen, D. H. (1991). Evaluating constructivistic learning. *Educational Technology*, 31(9), 28-33.
- Kagan, D. M. (1992). Professional growth among preservice and beginning teachers. *Review of Educational Research*, 62(2), 129-169.
- Kauffman, D., Johnson, S. M., Kardos, S. M., Lui, E., & Peske, H. G. (2002). "Lost at sea" : New teachers' experiences with curriculum and assessment. *Teachers College Record*, 104(2), 273-300.
- Kuenzi, J. J.(2008). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: Background, federal policy, and legislative action*. Congressional Research Service Report for Congress(RL33434).
- Leont'ev, A. N. (1978). *Activity, consciousness, and personality*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Maes, B .(2010). Stop talking about "STEM" education! "TEAMS" is way cooler!.(<https://bertmaes.wordpress.com/2010/10/21/teams>, 2017년 10월 20일 접속)
- Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 3-11.
- McNicholl, J. (2013). Relational agency and teacher development: a CHAT analysis of a collaborative professional inquiry project with biology teachers. *European Journal of Teacher Education*, 36(2), 218-232.
- Moallem, M. (1998). An expert teacher's thinking and teaching and instructional design models and principles: An ethnographic study. *Educational*

- Technology Research & Development*, 46(2), 37-64.
- Mulholland, J., & Wallace, J. (2005). Growing the tree of teacher knowledge: Ten years of learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 767-790.
- Nadelson, L. S, Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM Perception and Preparation: Inquiry-Based STEM Professional Development for Elementary Teachers. *The Journal of Educational Research*, 106 (2), 157-168.
- Nilsson, P., & Loughran, J. (2012). Exploring the development of pre-service science elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699-721.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Platz, J. (2007). How do you turn STEM into STEAM? Add the Arts!  
(<http://www.oaae.net/en/resources/educator/stem-to-steam>, 2017년 10월 20일 접속)
- Porter, A. C., Youngs, P., & Odden, A. (2001). Advances in teacher assessments and their uses. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (4th ed.). New York: Longman.
- Radloff, J. & Guzey, S. (2017). Investigating Changes in Preservice Teachers' Conceptions of STEM Education Following Video Analysis and Reflection. *School Science and mathematics*, 117(3-4), 158-167.
- Remillard, J. T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research*, 75(2), 211-246.
- Remillard, J. T., & Bryans, M. B. (2004). Teachers' orientations toward mathematics curriculum materials: Implications for teacher learning. *Journal*

- for Research in Mathematics Education*, 35(5), 352-388.
- Roth, W. -M., Lee, Y., & Hsu, P. (2009). A tool for changing the world: Possibilities of cultural-historical activity theory to reinvigorate science education. *Studies in Science Education*, 45(2), 131-167.
- Saka, Y., Southerland, S. A., & Brooks, J. S. (2009). Becoming a member of a school community while working toward science education reform: Teacher induction from a cultural historical activity theory (CHAT) perspective. *Science Education*, 93(6), 996-1025.
- Sanders, M. E. (2006). *A Rationale for New Approaches to STEM Education & STEM Education Graduate Programs*. Paper presented at the 93rd Mississippi Valley Technology Teacher Education Conference, Nashville, TN.
- Sanders, M. E. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sanders, M., Kwon, H., Park, K., & Lee, H.(2011). Integrative STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Education: Contemporary Trends and Issues. *Secondary Education Research*, 59(3), 729-762.
- Sawchuk, P. H. (2003). Informal learning as a speech-exchange system: implications for knowledge production, power and social transformation. *Discourse & Society*, 14(3), 291-307.
- Schmidt, M., & Fulton, L. (2016). Transforming a Traditional Inquiry-Based Science Unit into a STEM Unit for Elementary Pre-Service Teachers: A View from the Trenches. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2). 302-315.
- Sherin, M. G., & Drake, C. (2009). Curriculum strategy framework: Investigating patterns in teachers' use of a reform-based elementary mathematics curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 41(4), 467-500.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundation of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-21.

- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). Basics of qualitative research: Technique and procedures for developing grounded theory. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching & Teacher Education*, 4, 99-110.
- Thomson, M. M., DiFrancesca, D., Carrier, S., & Lee, C. (2017). Teaching efficacy: exploring relationships between mathematics and science self-efficacy beliefs, PCK and domain knowledge among preservice teachers from the United States. *Teacher Development*, 21(1), 1-20.
- Townsend, A., McKinnon, D. H., Fitzgerald, M., Morris, J., & Lummis, G. (2016). Educative Curricula and PCK Development Driven by STEM Professional Learning in Rural and Remote Schools: A longitudinal Type IV Case Study. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(4), 1-17, 2016.
- Van Driel, J. H., Bijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practice and knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 137-158.
- Vasquez, J. A., Comer M., & Sneider C. (2013). *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics (1st ed.)*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Vygotsky, L.S. (1978). Mind in Society: *The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Yakman, G. & Kim, Jinsoo (2007). *Using BADUK to teach purposefully integrated STEM/STEAM education*. 37th Annual Conference International Society for Exploring Teaching and Learning, Atlanta, Georgia, (Oct. 11-13, 2007).
- Yakman, G. G. (2008). STΣ@M Education : an overview of creating a model of integrative education. Retrieved from [http://www.steamedu.com/2088\\_PATT\\_Publication.pdf](http://www.steamedu.com/2088_PATT_Publication.pdf).
- Yamagata-Lynch, L. C., & Haudenschild, M. T. (2009). Using activity systems analysis to identify inner contradictions in teacher professional development.



*Teaching and Teacher Education*, 25(3), 507-517.

Zhou, S., Wang, Y., & Zhang, C. (2016). Pre-Service Science Teachers' PCK: Inconsistency of Pre-Service Teachers' Predictions and Student Learning Difficulties in Newton's Third Law. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(3), 373-385.

## 융합인재교육(STEAM)의 도입 배경

### ◆ 학습과 정서의 불균형 심각

PISA(국제 학업성취도 평가, 2009)

- OECD 회원국 중 학업성취도 3위
- 과학에 대한 흥미 57개국 중 55위 (2006)

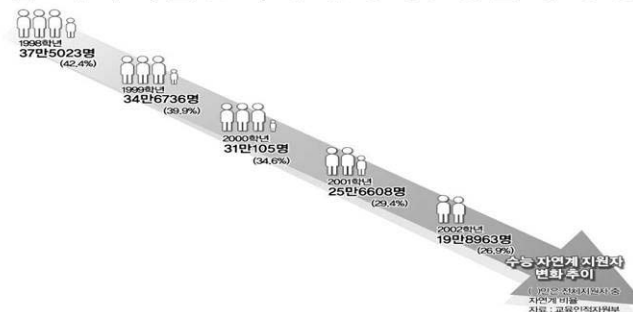
TIMSS(수학, 과학 성취도 비교연구, 2007)

- 50개국 중 수학 성취도 2위, 과학 성취도 4위
- 과학에 대한 자신감 29개국 중 27위
- 과학에 대한 즐거움 29개국 중 29위

## 융합인재교육(STEAM)의 도입 배경

### ◆ 이공계 기피 현상

- ✓ 청소년들의 과학에 대한 관심 저조
- ✓ 과학이 어려운 과목이라는 인식 팽배
- ✓ 수능시험 자연계열 응시자의 지속적인 감소
- ✓ 우수한 과학기술인력의 양성 및 공급에 상당한 차질



국제화학올림피아드 수상자 진학 현황

개최연도	수상내용	진학 학교
2007년	금메달	서울대 화학부
	금메달	서울대 화학부
	금메달	성균관대 의대
	은메달	서울대 화학부 화학생물공학부
2008년	금메달	서울대 화학부
	금메달	서울대 의예과
	금메달	성균관대 의대
	동메달	고려대 의대
2009년	금메달	서울대 화학부
	금메달	서울대 의대
	금메달	서울대 의대
	동메달	서울대 화학부
2010년	금메달	서울대 의대
	금메달	서울대 의대
	금메달	연세대 의대
	은메달	연세대 의대
2011년	금메달	서울대 의대
	금메달	고려대 의대
	금메달	성균관대 의대
	금메달	연세대 치대

### 과학 영재는 의대 영재 ??

이공계 인재 양성을 목적으로  
설립된 과학고 출신 학생들의  
'의대 쏠림 현상' 심각

### 올림피아드 국가대표도 이공계 기피

최근 5년간 국제화학올림피아드  
국가대표 20명 중 화학 전공을  
선택한 학생은 6명에 불과

2012. 01. 02 주요일간

## 융합인재교육(STEAM)의 필요성

### ◆ 교육 패러다임의 전환 필요

- ✓ 앞으로는 사람이 중심이 되는 사회, 감성을 지닌 지식인의 사회로 진화할 것임.
- ✓ 특히, 창의력 및 상상력 교육과 문화예술교육이 절대적으로 중요함.
- ✓ 단순 지식보다 상상력, 과정, 감성적 기능이 더 중요해지는 시대가 도래함.
- ✓ 따라서, 수평 통합적 교육으로 전환하고, 학생들이 자발적으로 참여하는 과학 수업을 만들어야 함.

## 외국의 융합인재교육 사례

### 미국



- ✓2007년 8월, 오바마 행정부에서 『America Competes Act of 2007』발효
- ✓현직교사 지원 및 전문성 프로그램 강화
- ✓STEM분야 교사 양성 프로그램 시작

### 영국



- ✓과학과 혁신에 대한 틀 '2004-2014'수립
- ✓기업, 기관, 학교 등이 연계하여 STEMnet(STEM network)을 형성, STEM분야 인재 양성을 위한 정책을 확대 실시

## from STEM to STEAM

### ◆예술과 창의성, 감성 및 인성

- ✓예술교육은 여섯 가지 능력(디자인, 스토리텔링, 조화, 공감, 놀이, 의미)과 더불어, 타인과 조화로운 창조적 인성의 형성에 긍정적 효과를 줌(Daniel Pink).
- ✓예술교육의 힘은 관찰, 상상, 창의, 표현, 구성, 통합 (이대영, 2010)
- ✓과학자들은 관찰에 있어서의 미술 교육의 중요성을 강조  
(예; 보어의 원자 모형)
- ✓예술교육은 다른 사람/ 사물과의 질서와 관계를 읽어내고, 자신의 감정이입을 통해 세상과 대화를 나누는 데 유용함.

## from STEM to STEAM

### ◆ 선행연구 결과

- ✓ 음악을 공부하는 학생들은 공간지각추론 능력이 향상되고, 그 능력은 수학 개념 학습이나 과학 관찰 능력에 커다란 영향을 줌(Graziano et al., 2002; Tishman et al., 2002).
- ✓ SAT 성적을 메타 분석한 결과, 음악 활동과 수학적취도 성적의 연관성이 높음(Catteral, 2002).
- ✓ STEM 교육의 결과가 개인의 창의성으로 발현되기 위해서는 반드시 예술(Arts)이 포함되어야 함. 즉, STEM이 빛을 발하기 위해서는 직관, 설계, 감성, 예술이 필요(Maes, 2010).



STEM 교육에 예술(Arts) 요소를 추가한  
한국형 융합인재교육(STEAM)이 시작

## 우리나라의 융합인재교육(STEAM) 정의

- ✓ 창의적인 과학기술인재를 육성하고자 추진되는 STEAM교육은 Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics의 약칭



정의 : 과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합적 소양과 실생활의 문제 해결력을 배양하는 교육

## 우리나라의 융합인재교육(STEAM) 정의

### Science, Mathematics – Theoretical Background

물리, 화학, 생물, 지구과학, 수학



이론과  
개념

### Technology – Practicality

IT(정보기술), BT(생명공학기술),  
NT(나노기술), ST(우주항공기술),  
ET(환경공학기술), CT(문화기술)



실생활  
연계

## 우리나라의 융합인재교육(STEAM) 정의

### Engineering – Creative Design

주어진 조건과 제약 하에서 문제해결  
- 창의성 (Innovation)  
- 가치 타협 (Optimum Solution)  
- 해법 제시



활용성

### Arts – Emotional Touch

Liberal art + Fine art  
- 순수 예술적 아이디어  
- 의사소통  
- 사회적 협의, 의사 결정  
- 발표 및 토론



인성과  
감성



## 융합인재교육 (STEAM) 현장적용사례

고1 과학	핸드폰 분광기
S	스펙트럼 분석
T, E	스펙트럼 사진기, 핸드폰 분광사진기, 스펙트럼 사진촬영용 필터 제작
A	분광기 디자인하기

고2 화학	나만의 금속 책갈피 만들기
S	산화/환원, 금속의 이온화 경향성
T, E	케미컬 밀링
A	표현하기
M	전자 이동의 양적 관계 및 화학반응식 완성하기

〈부록 II -1〉 예비교사 A의 수업 지도안

프로그램명	눈꽃 만들기
적용학년/시기	고등학교 2학년
관련과목	화학

### 1. 주제 및 제작의도

화학2에 나오는 산화·환원반응을 주제로 부식의 원리를 파악하고 방지법을 생각해 본다. 금속의 이온화 경향성을 이용하여 금속과 금속염수용액의 반응을 예측해보고 눈꽃을 제작해본다. 산화·환원원리가 단지 이론에만 머무는 것이 아니라 실생활에서도 쓰이고 과학을 통해 심미적 가치도 느낄 수 있음을 인식한다.

### 2. 학습 목표

- 내용 목표
  - 산화와 환원의 의미를 설명할 수 있다.
  - 금속의 이온화 경향성을 이해하고 이를 통해 음극화보호를 설명할 수 있다.
  - 금속과 금속염수용액의 반응 결과를 예측할 수 있다.
  - 과학에서 실용적 가치와 심미적 가치도 있음을 인식한다.
- 과정 목표
  - 금속의 산화와 환원반응을 이용한 눈꽃을 만들 수 있다.

### 3. STEAM 과목 요소

- S : 산화와 환원, 금속의 이온화 경향성
- T/E : 음극화 보호, 눈꽃만들기
- A : 표현하기, 작품제목 정하기
- M : 전자 이동의 양적 관계 및 화학반응식 완성하기

### 4. STEAM 단계 요소

- 상황 제시
  - 배가 녹스는 이유는 무엇일까?
  - 배가 녹스는 것을 방지할 방법은 무엇일까?
- 창의적 설계
  - 산화·환원 원리와 이온화 경향성을 통해 배가 녹스는 이유와 방지법을 생각해보고, 질



산은수용액과 구리의 반응으로 창의적으로 다양한 눈꽃모양을 만들어본다.

- 주어진 이온화경향성 표를 바탕으로 하여 금속과 금속염 수용액의 반응결과를 예측할 수 있다.
- 미지의 금속과 금속염수용액의 실험결과를 분석하여 이온화 경향성을 예측할 수 있다.

○ 감성적 체험

- 구리 모양을 취향에 맞게 다양하게 조작해보고 그 모양에 피어나는 은을 보면서 심미적 가치를 느껴본다.

## 5. 차시별 계획 총괄표

차시	과목	단원	소주제	학습내용
1차시	과학 기술 수학	우리 주변 금속의 이용 및 금속의 부식	선택을 지켜라	<b>STE</b> Co 선택의 다양한 종류를 그림으로 보여 주어 흥미를 유발하기 Co 바닷물이 닿는 선택의 결부분이 부식되는 이유 생각해보기 <b>STEM</b> CD 금속의 반응성 차이를 이해하고 실험결과 값 해석하기 CD 주기율표를 바탕으로 전자의 이동의 수 맞추기 CD 미지의 금속과 금속염수용액 실험결과를 토대로 경향성 예측하기 ET 모둠원과 같이 결과 값을 공유하여 금속의 반응성 순서 정하기 CD 학습한 원리를 바탕으로 선택의 부식 방지법 생각해보기 ET 모둠 별로 발표하기
2차시	과학 기술 예술	금속의 반응성 및 금속의 산화환원	눈꽃만들 기	<b>STE A</b> Co 음극화 보호법이 나온 배경을 발표해보도록 하고 이온화 경향성을 바탕으로 이번에 실험에 대한 결과를 예측해보기 <b>STE A</b> CD 금속의 반응성을 이용하여 나만의 눈꽃 제작하기 ET 구리모양을 자신의 취향에 맞게 오리고 구리표면에 피어나는 은의 아름다움을 통해 감성적 체험을 한다. 작품을 완성하고 거기에 어울리는 제목을


차시	과목	단원	소주제	학습내용
				붙이기 CD 작품의 제목소개와 원리를 발표해본다. SA ET 학생들의 작품을 모두 보여주고 인상 깊었던 작품을 발표하기

#### 6. 평가 계획: 스티커로 점수 부여해서 총괄점수로 보상할 것을 미리 공지

연번	평가 기준	방법
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>배의 부식이유를 설명할 수 있는가?</li> <li>음극화 보호개념을 이해했는가?</li> <li>금속과 금속염수용액의 반응을 예측할 수 있는가?</li> </ul>	활동지, 발표
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>모양디자인과 눈꼴을 만들었는가?</li> </ul>	서로추천하기
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>모둠 별 학습 시 협동적으로 참여하였는가?</li> </ul>	관찰

#### 7. 차시별 교수학습과정

금속의 부식과 산화·환원 반응			
과목	화학	수업차시	1/2 차시
단원	산화와 환원		
교육과정	<b>2009개정교육과정고등학교 2학년 화학 I (4) 닳은꼴 화학반응</b> ① 금속의 부식이 화학적 산화·환원 반응임을 이해하고 이온화 경향성을 이용해 부식 방지법을 생각해낼 수 있다.		
학습목표	1. 산화와 환원의 의미를 설명할 수 있다. 2. 이온화 경향성으로 부식방지법을 생각해 낼 수 있다. 3. 산화와 환원의 원리가 실제생활에 활용됨을 파악하고 과학과 기술의 밀접한 관련성을 인식한다.		
학습과정	교수·학습 활동		준비물
도입 (10분)	<b>STE</b> Co 선박의 다양한 종류를 그림으로 보여 주어 흥미를 유발한다.		

	<p>Co 바닷물이 닿는 선박의 겉부분이 부식되는 이유는 무엇일까?</p> <p> 전자의 이동에 의한 산화·환원 반응의 개념을 이끌어 낸다.</p>	
<p><b>학습활동 (35분)</b></p>	<p><b>STEM</b></p> <p>선박의 부식을 전자의 이동으로 설명하고, 산화와 환원반응으로 설명한다.</p> <p>선박의 부식방지법을 예측해보도록 하고 이와 같은 원리를 음극화 보호법이라고 설명해준다. 음극화 보호법의 또 다른 예를 들어주면서 과학과 기술이 밀접한 관계를 가지고 있음을 알려준다.</p> <p>CD 금속의 반응성 차이를 이해하고 실험결과 값 해석하기</p> <p>CD 주기율표를 바탕으로 전자이동의 수 맞추기</p> <p>CD 미지의 금속과 금속염수용액 실험결과를 토대로 경향성 예측하기</p> <p>ET 모둠원과 같이 결과 값을 공유하여 금속의 반응성 순서 정하기</p> <p>CD 학습한 원리를 바탕으로 선박의 부식 방지법 생각해보기</p>	<p>활동지</p>
<p><b>마무리 (5분)</b></p>	<p><b>SE</b></p> <p>ET 모둠 별로 발표하기</p> <p>이온화 경향성 정리와 2차시의 실험 방법에 대해 설명</p>	
<p><b>지도상의 유의점</b></p>	<p>개별 활동과 모둠 활동을 병행해서 수업한다.</p>	

## 눈꽃 만들기

과목	화학	수업차시	2/2 차시
단원	산화와 환원		
교육과정	<p>2009개정교육과정고등학교 2학년 화학 I (4) 닳은꼴 화학반응</p> <p>① 산화·환원 의미를 파악하고 이온화 경향성을 통해 금속과 금속염의 반응에서의 결과 값을 예측할 수 있다.</p>		
학습목표	<p>1. 금속의 반응성을 설명할 수 있다.</p> <p>2. 질산은과 구리를 이용해 눈꽃을 창의적으로 제작할 수 있다.</p> <p>3. 작품을 통해 심미적 가치를 느끼고 과학에서도 예술성을 창조해낼 수 있음을 인식한다.</p>		

학습과 정	교수 · 학습 활동	준비 물
도입 (5분)	<b>STE A</b> 1차시 수업의 복습을 한다. Co 음극화 보호법이 나온 배경을 발표해보도록 하고 이온화 경향성을 바탕으로 이번에 실험에 대한 결과를 예측해보도록 한다.	
학습활 동 (40분)	<b>STE A</b> 금속의 반응성을 이용한 눈꽃만들기를 소개하고 나만의 눈꽃을 제작한다. 조별 안에서 제작하도록 하여 서로의 창의성을 이끌어 낼 수 있도록 한다. CD 금속의 반응성을 이용하여 나만의 눈꽃 제작하기 ET 구리모양을 자신의 취향에 맞게 오리고 구리표면에 피어나는 은의 아름다움을 통해 감성적 체험을 한다. 작품을 완성하고 거기에 어울리는 제목을 붙여 보도록 한다. CD 작품의 제목소개와 원리를 발표해본다.	실 험 준 비 물
마무리 (5분)	<b>SA</b> 작품에 있어서 느꼈던 심미적 가치를 발표해 보고 과학이 예술에 사용된 예를 보여준다. 1차시 수업과 연관 지어 산화와 환원이란 원리하나에도 실용적 가치와 예술성 그리고 창의성을 이끌어 낼 수 있음을 인식시켜준다. ET 학생들의 작품을 모두 보여주고 인상 깊었던 작품을 발표해보도록 한다.	
지도상 의 유의점	개별 활동과 모둠 활동을 병행해서 수업한다.	

〈부록 II-2〉 예비교사 B의 수업 지도안

프로그램명	지시약 꽃 만들기
적용학년/시기	고등학교 3학년
관련과목	화학 2

## 1. 주제 및 제작의도

우리 주변에는 다양한 산과 염기가 많이 존재한다. 학생들에게 이를 상기시켜 산, 염기의 개념이 보다 친숙한 것임을 알게 한다. 그리고 지시약 꽃 만들기 활동을 통하여 산과 염기의 세기, 지시약의 원리 등을 이해할 수 있도록 구성되었다.

## 2. 학습 목표

○ 내용 목표

- 우리 주변의 산, 염기를 안다.
- 이온화도와 산, 염기 이온화 상수를 이용하여 강산과 강염기, 약산과 약염기를 설명할 수 있다.
- 지시약의 원리를 설명할 수 있다.

○ 과정 목표

- 과학적 원리를 이용하여 다양한 색의 꽃을 아름답게 표현할 수 있다.

## 3. STEAM 과목 요소

- S : 강산과 강염기, 약산과 약염기, 이온화도, 이온화 상수, 지시약, 르샤틀리에의 원리
- T/E : 우리 주변의 산, 염기
- A : 표현하기, 색 표현
- M : 화학 반응식을 이용한 이온화도, 평형 상수 계산

## 4. STEAM 단계 요소

○ 상황제시

- 우리 주변의 산, 염기는 무엇이 있을까?
- 우리 주변의 산과 염기의 세기 순서는 어떨까?

○ 창의적 설계

- 이온화도와 이온화 상수의 개념을 이용하여 주어진 문제 상황을 해결한다.

○ 감성적 체험

- 산과 염기, 지시약을 조합하여 다양한 종류의 꽃을 만든다.
- 과학적 원리를 응용하여 예술적 작품을 만들고 그 과정과 결과를 친구들과 공유한다.

## 5. 차시별 계획 총괄표

차시	과목	단원	소주제	학습내용
1차시	과학 예술	우리 주변의 산과 염기	산과 염기 지시약	<p>● 우리에서 주변에서 볼 수 있는 다양한 산과 염기를 탐색한다.</p> <p>● 산과 염기의 구분법에 대해서 논의한다.</p> <p>● 과학적 원리를 이용하여 꽃 만들기 활동을 통하여 아름다운 색을 만든다.</p> <p>Co 주변에서 볼 수 있는 산, 염기를 찾아본다.</p> <p>ET 지시약과 산염기를 이용하여 아름다운 식물 작품을 완성한다.</p> <p>Tip! 학생의 경험을 통해 산과 염기를 찾도록 하고 서로 공유하여 다양함을 알게 한다.</p> <p>Tip! 학생의 아이디어를 격려하고 더 좋은 산출물이 나올 수 있도록 한다.</p>
2차시	과학	산과 염기의 세기	이온화도 이온화 상수	<p>● 이온화도, 이온화 상수에 대해서 이해한다.</p> <p>● 위 개념들을 간단한 계산을 통해 구할 수 있다.</p> <p>● 지시약의 원리를 설명할 수 있다.</p> <p>● 용액의 액성에 따라 색이 변하는 수국에 대해서 설명할 수 있다.</p> <p>Co 산염기 평형이 화학평형의 일부임을 제시한다.</p> <p>CD 실제적인 문제에 대한 계산과 적절한 설명을 할 수 있다.</p>

● : Science 과학, ● : Technology 기술, ● : Engineering 공학, ● : Art 예술, ● : Math 수학

Co : Context 상황 제시,

CD : Creative Design 창의적 설계, 주어진 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정

ET : Emotional Touch 감성적 체험, 학습에 대한 긍정적 감정을 하는 것이다. 학습에 대한 흥미 자신감, 지적 만족감, 성취감 등을 느껴 학습에 대한 느끼고 성공의 경험을 동기유

발, 욕구, 열정, 몰입의 의지가 생기고 개인적 의미를 발견하여 선순환적인 자기주도적 학습이 가능하게 하는 모든 활동과 경험

## 6. 평가 계획

연번	평가 기준	방법
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>산과 염기의 세기를 이온화도와 이온화 상수로 설명할 수 있는가?</li> <li>지시약의 원리를 설명할 수 있는가?</li> </ul>	수행평가
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>산·염기 수용액과 지시약을 조합하여 다양한 색의 꽃을 만들 수 있는가?</li> </ul>	산출물평가
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>발표를 통해 수업에 적극적으로 참여하고 있는가?</li> <li>탐구 과정에서 적극적으로 참여하고 있는가?</li> </ul>	관찰평가

## 7. 차시별 교수학습과정

과목	화학 2	수업차시	2차시
단원	평형의 이용		
교육과정	2009개정교육과정 화학 2 - III. 화학평형 - 2. 평형의 이용 - 2.1 산염기 평형 산과 염기의 정의 및 상대적 세기를 설명할 수 있다.		
학습목표	1. 우리 주변의 산과 염기를 확인한다. 2. 산, 염기의 세기를 확인하는 법으로 지시약을 사용할 수 있다. 3. 과학적 원리를 이용하여 다양한 색의 꽃을 아름답게 표현할 수 있다. 4. 이온화도와 이온화 상수에 대한 간단한 계산을 할 수 있다. 5. 산과 염기의 세기와 지시약의 원리를 설명할 수 있다.		
학습과정	교수·학습 활동		준비물
도입 (10분)	<b>ST</b> <b>Co</b> 일상생활에서 접해본 다양한 산과 염기를 발표하게 한다. <b>Co</b> 산의 세기를 구별할 수 있는 방법을 발표하게 한다.		

<p><b>학습활동 (80분)</b></p>	<p><b>STEAM</b></p> <p><b>Co</b> 우리가 사용할 만능 지시약이란?</p> <p><b>ET</b> 여러 색과 모양을 가진 지시약 꽃을 직접 만들어 본다.</p> <p><b>tip</b> 각자 자신이 만든 꽃에 대해서 과학적인 설명뿐만 아니라 예술적인 특징도 설명하도록 한다.</p> <p><b>tip</b> 상호 투표를 통해 우수자를 포상하여 학습 동기를 증진시키도록 한다.</p> <p><b>CD</b> 산과 염기 용액의 세기를 이온화도와 이온화 상수의 개념을 도입하여 설명한다.</p> <p><b>tip</b> 기본적인 예제들에 대한 풀이를 발표를 통해 설명하도록 하여 학습자의 성취감을 증진시킬 수 있도록 한다.</p>	<p>산·염기 수용액과 지시약, 한지, 철사, 휴지, 풀, 비닐장갑, 가위 등</p>
<p><b>마무리 (10분)</b></p>	<p><b>STEAM</b></p> <p><b>CD</b> 지시약의 원리를 이전 시간에 배운 르샤텔리에의 원리를 통해서 설명한다.</p> <p><b>CD</b> 수국의 예를 들어 일상생활에서 볼 수 있는 지시약의 예를 설명한다.</p> <p><b>ET</b> 수업에 적극적으로 참여한 학생과 투표를 통해 우수학생으로 선정된 학생들에게 적절한 보상을 지급한다.</p>	
<p><b>지도상의 유의점</b></p>	<p>개별 또는 모둠으로 진행한다.</p> <p>창의적 산물을 만들 수 있도록 안내한다.</p>	



〈부록 II-3〉 예비교사 C의 수업 지도안

프로그램명	상큼한 레몬전지 만들기
적용학년/시기	고등학교 2학년
관련과목	화학 II

## 1. 주제 및 제작의도

고등학교 화학II의 산화-환원 평형 단원의 도입부인 금속의 반응성에서는 침몰된 타 이타닉 호와 배안에 있었던 금속으로 된 물건들을 보여줌으로써 학생들의 흥미를 유발 하고자 했다. 금속의 반응성 차이에 대해서는 교과서에 제시된 실험을 통해 학생들이 직접 관찰하고 그 결과를 정리해 볼 수 있도록 하였다

산화-환원의 불타전지 실험은 학생들의 흥미를 높이기 위해 레몬전지 실험으로 변경 했다. 그리고 학생들이 레몬 전지에 여러 표정을 그려보도록 함으로써 미술적인 요소를 도입하고자 했다. 또한 전지의 전압의 크기와 직렬연결 사이의 관계를 학생들이 실험을 통해 직접 알아봄으로써 전지의 연결방식에 대한 기술적인 요소들을 생각해 볼 수 있는 기회를 제공했다. 마지막으로 수업의 마무리로 현재 사용되고 있는 여러 화학 전지들을 소개하여 다양한 형태의 화학 전지를 보여주고자 했다.

## 2. 학습 목표

### ○ 내용 목표

- 산화-환원 개념을 설명할 수 있다.
- 금속의 반응성 차이로 인한 산화-환원반응을 이해하고 반응식을 쓸 수 있다.
- 전지에서 일어나는 자발적 산화-환원 반응을 이해하고 이를 입자모형으로 설명할 수 있다.

### ○ 과정 목표

- 금속의 종류에 따라 금속의 반응성이 달라짐을 이해하고 금속의 반응성 실험의 결과를 바르게 해석할 수 있다.
- 레몬전지에서 일어나는 자발적 산화-환원 반응을 입자모형으로 표현 할 수 있다.
- 전지의 직렬연결 방식이 전압에 미치는 영향을 실험을 통해 확인할 수 있다.

### 3. STEAM 과목 요소

- S : 금속의 반응성차이, 자발적 산화-환원반응
- T/E : 화학전지 구성요소, 전지의 직렬연결과 전압의 관계
- A : 레몬전지에 여러 가지 표정 그리기
- M : 산화-환원 반응식 완성하기

### 4. STEAM 단계 요소

- 상황 제시
  - 바다에 침몰된 타이타닉호가 부식된 이유는 무엇일까? (1차시)
  - 화학전지에서 자발적으로 전자의 이동이 일어나는 원동력은 무엇일까? (2차시)
- 창의적 설계
  - 여러 개의 레몬전지를 사용해서 발광다이오드의 밝기를 변화시키려면 어떻게 연결해야 할까?
- 감성적 체험
  - 여러 개의 레몬전지에 여러 가지 표정을 그려 넣음으로써 개성 있는 레몬전지를 만들 수 있다.

### 5. 차시별 계획 총괄표

차시	과목	단원	소주제	학습내용
1차시	과학수학	산화-환원 평형	화학전지와 연료전지 금속과 산의 반응성 실험	<p>● 침몰된 타이타닉 호와 배 안에서 발견된 금속 물질 중 부식된 물질과 그렇지 않은 물질을 살펴보고 그 이유 생각해보기</p> <p>● 산화-환원 반응식을 만들어보고 반응 계수 맞춰보기</p> <p>Co 침몰된 타이타닉 호를 소개하며 침몰된 배 안에서 발견된 물건들을 보여준다.</p> <p>ET 타이타닉 호의 침몰로 부식된 배의 사진을 보며 배에서 발견한 금속 물질 중 부식된 것과 그렇지 않은 것을 살펴보고 그 이유에 대해서 생각해 보도록 한다.</p> <p>CD 금속의 반응성 실험을 통해 반응성 차이에 따른 산화-환원 반응을 알아본다.</p> <p>CD 자료를 분석하여 금속의 종류에 따른 반응성 차</p>

차시	과목	단원	소주제	학습내용
				이를 알 수 있다. 산화-환원 반응식을 기술할 수 있다. Tip! 조별로 실험을 진행하도록 하고 산화 환원 반응식을 적을 때 교사가 적절한 도움을 제공한다.
2차시	과학기술	산화-환원 평형	화학 전지와 연료전지 레몬전지 실험	<b>STE</b> 전지의 자발적 산화-환원과정 및 전자의 이동 원리 이해하기 <b>A</b> 레몬전지에 여러 가지 표정을 그려보도록 함으로써 학생들의 실험 참여도를 높인다. <b>CD</b> 발광다이오드의 밝기를 변화시키려면 레몬전지를 어떻게 연결해야 할지 생각해보도록 한다.

## 6. 평가 계획

연번	평가 기준	방법
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>금속의 반응성 실험 결과를 분석하여 금속의 반응성 순서를 정확하게 알 수 있는가?</li> <li>금속과 금속 이온 사이의 산화-환원 반응식을 정확히 쓸 수 있는가?</li> </ul>	활동지
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>금속과 산의 산화-환원 반응을 입자모형으로 표현 할 수 있는가?</li> </ul>	수행평가지
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>레몬 전지에 그린 표정이 자연스럽고 독창적인가?</li> <li>레몬전지에서 일어나는 자발적 산화-환원 반응식을 정확히 쓸 수 있는가?</li> </ul>	활동지
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>입자모형을 이용하여 레몬 전지의 산화 환원 반응과 전자의 이동 방향을 바르게 표현 할 수 있는가?</li> </ul>	활동지

## 7. 차시별 교수학습과정

금속과 산의 산화 · 환원 반응			
과목	화학	수업차시	1/2 차시
단원	산화-환원 평형		
교육과	2009개정교육과정 화학Ⅱ		

정	⑧ 화학 전지, 연료 전지, 전기 분해의 원리를 산화-환원 반응으로 설명하고, 전기량과 반응의 진행 정도와의 관계를 설명할 수 있다.	
학습목표	1. 금속의 산화-환원 반응을 이해할 수 있다. 2. 금속의 반응성이 금속의 종류에 따라 다름을 이해한다. 3. 금속의 산화-환원 반응식을 정확하게 쓸 수 있다.	
학습과정	교수 · 학습 활동	준비물
도입 (5분)	<p>④A 생활에서 많이 볼 수 있는 금속으로 된 구조물, 물건들 소개하기</p> <p>Co 영화 타이타닉에 등장하는 타이타닉 호를 소개한다.          침몰된 타이타닉 호와 배안에 있던 금속 물건의 사진을 보여주면서 학생들의 흥미를 유발한다.</p> <p>Co 침몰된 타이타닉 호에서 발견된 금속 물질 중 부식된 것과 그렇지 않은 것이 있다. 그 이유는 무엇일까?</p> <p>Tip 금속의 종류에 따른 반응성의 차이에 대해 학생들이 직접 생각해 보도록 한다.</p>	
학습활동 (25분)	<p>SM 금속의 반응성에 관한 실험을 수행하고 반응성의 순서를 실험 결과를 통해 알아본다. 그리고 일어나는 산화-환원 반응에 대한 반응식을 세워본다.</p> <p>CD 교과서 실험을 조별로 직접 수행하고 실험 결과를 해석해본다.</p> <p>Tip 수용액을 옷에 묻히거나 책상에 흘리지 않게 주의하도록 한다.</p> <p>ET 실험 결과를 분석해서 얻은 금속의 반응성 순서를 교과서에 제시된 금속의 이온화 경향과 비교해 보도록 한다.</p>	플라스틱 홈판 황산아연, 질산납, 황산구리 수용액 아연판 3개, 구리판 3개, 납판 3개, 스포이트, 핀셋
마무리 (15분)	<p>STM 금속의 반응성 순서 조별로 발표하도록 한다.</p> <p>ET 금속의 반응성 순서 조별로 발표하도록 한다.</p> <p>CD 수행 평가로 금속과 산을 반응시킬 때 일어나는 산화-환원 반응식을 쓰고 입자 모형으로 표현하도록 한다.</p>	
지도상의 유의점	실험 활동 및 활동지 작성은 조별로 수행평가 문항은 개별로 진행한다.	

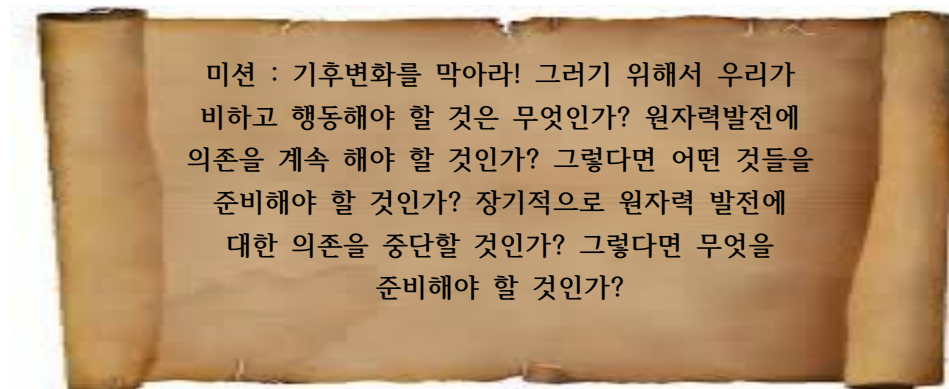
## 상큼한 레몬전지 만들기

과목	화학	수업차시	2/2 차시
단원	산화-환원 평형		
교육과정	2009개정교육과정 화학Ⅱ ⑧ 화학 전지, 연료 전지, 전기 분해의 원리를 산화-환원 반응으로 설명하고, 전기량과 반응의 진행 정도와의 관계를 설명할 수 있다.		
학습목표	1. 자발적 산화-환원 반응으로 인한 화학 전지의 전자의 이동을 설명할 수 있다. 2. 레몬전지에서 일어나는 산화-환원 반응을 입자 모형으로 표현할 수 있다. 3. 전지의 연결방식에 따라 전압이 달라질 수 있음을 알 수 있다.		
학습과정	교수 · 학습 활동		준비물
도입 (5분)	<b>STEAA</b> Co 금속의 반응성 차이를 이용한 생활 예시들을 보여준다. <b>tip</b> 자발적 산화-환원 반응을 통해 금속 간 전자의 이동을 생각해보도록 한다.		
학습활동 (30분)	<b>STEAA</b> 금속의 반응성 차이에 의한 자발적 산화-환원 반응을 이용한 볼타전지를 소개하며 전지의 구성요소를 설명한다. CD 활동지를 통해서 전지의 구성요소에 대해 스스로 설명할 수 있도록 한다. ET 아연판과 구리판 레몬과 집게도선을 이용하여 상큼한 레몬전지를 만들어 볼 수 있다. 전지에 사용된 레몬에 다양한 표정을 그릴 수 있도록 한다. <b>tip</b> 레몬 전지에 그린 표정들은 조별로 상호평가 하도록 한다.		레몬4개, 아연 판 4개, 구리 판4개, 집게 달린 전선 5개 발광다이오드 1개, pH paper
마무리 (10분)	<b>SA</b> CD 레몬전지의 자발적 산화-환원반응식은 활동지에 전자의 이동을 설명한 입자 모형을 개별 수행평가 답안에 작성하도록 한다.		

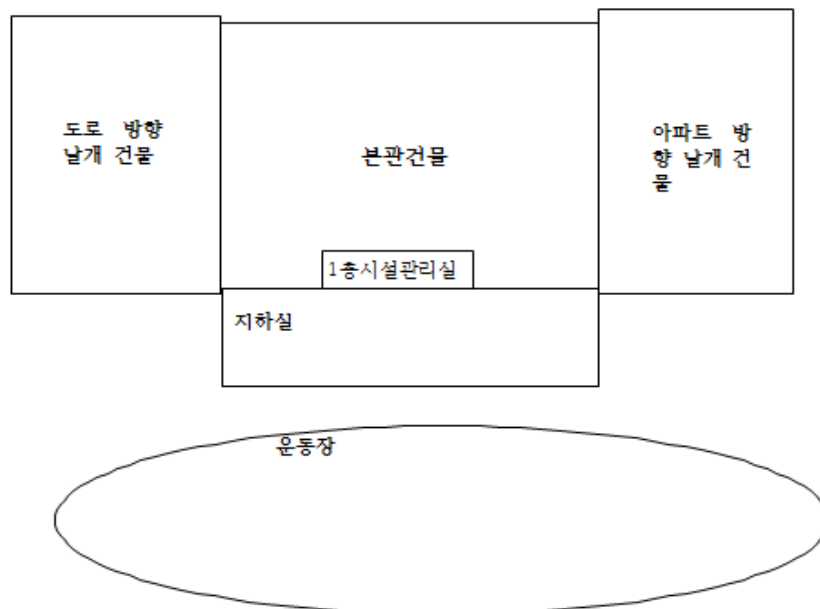
	ET 레몬전지에 표정을 가장 잘 그린 1조를 뽑아서 발표하도록 한다.	
지도 상의 유의 점	학습활동 시간 조절을 잘해서 수행평가지 작성 시간이 충분히 확보되도록 한다. 활동지는 조별로 수행평가 문항은 개별로 해결하도록 한다.	

<부록 III> 교사 A의 STEAM 수업 학생활동지 중 일부

**우리 학교 투어** - 여러분은 투어를 하는 동안 안전에 최대한 주의를 기울여야 합니다.  
그리고 또한 중요한 것은 이 투어는 아래의 미션을 해결하기 위한 우리의 긴 여정 중  
일부임을 항상 기억하십시오. 기말 고사 후 다른 반 친구들과 이 문제를 해결하기 위해  
대규모 토론회가 열립니다.



**활동.** 다음 그림은 우리 학교 건물의 입면도이다. 우리 학교에 설치된 재생가능에너지관  
련 시설물의 ①그림을 개략적으로 그리고 ②명칭을 적어 넣으시오.



탐구1. 태양광 발전설비의 설치를 비스듬히 세워두었다. 서울의 경우 37.5도 이다. 이러한 각도로 태양광 전지 모듈을 설치한 이유는 무엇일까?

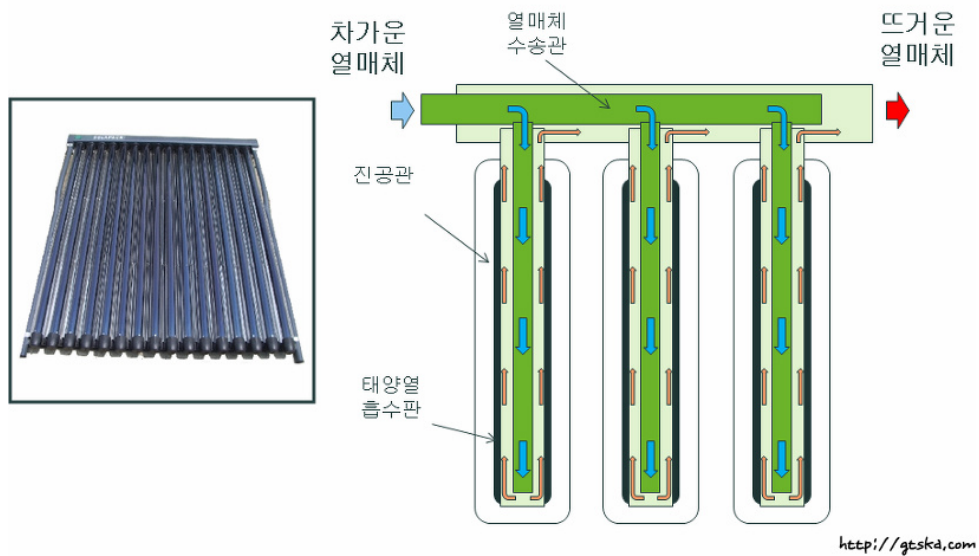



탐구2. 우리 학교의 옥상에는 여러 사람의 이름이 적힌 명패가 붙어있는 특별한 태양광 발전 시설이 있다. 이 명패는 무엇인가? 또 이러한 시설의 긍정적인 효과는 무엇일까?



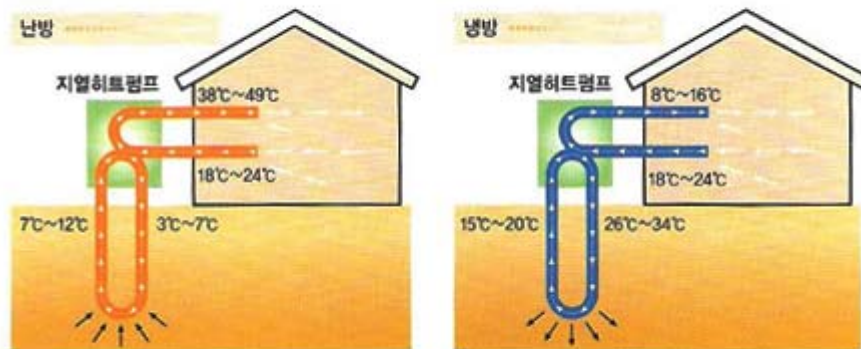

탐구3. 태양열 온수기는 진공관으로 된 파이프를 일렬로 배열해 놓고 그 위를 다시 유리 판으로 덮어 놓고 있다. 진공관으로 된 파이프안에는 열을 흡수하여 전달하는 부동액과 같은 물질이 채워져 있는 검은색 파이프가 들어 있다. 이 구조에서 진공관으로 된 파이프를 쓰는 이유는 무엇일까?

#### <이중진공관 태양열 집열기>




탐구4. 태양광 발전과 태양열 온수기의 차이점을 설명하시오.


**[그림] 태양열시스템 구성도**

A handwriting practice sheet. It features four sets of three horizontal lines (top, middle, bottom) for letter formation. Below each set of lines is a row of 20 small squares, each containing a letter for tracing. The letters are: Row 1: a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t. Row 2: u, v, w, x, y, z, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N. Row 3: O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, A, B, C, D, E, F, G, H. Row 4: I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, A, B.

## ABSTRACT

STEAM is a new educational paradigm that encourages students to develop their creative and convergent talents with a basic knowledge of various fields. STEAM has a positive effect in various aspects because it is an education that aims to raise interest and understanding of science and technology through creative design and emotional touch and to raise creative and comprehensive problem-solving ability. Teachers also recognize the necessity of STEAM lessons. However, many teachers are afraid of STEAM lessons, and the teachers who have practiced them have various difficulties and can not perform STEAM lessons because of lack of consensus with other teachers. Therefore, it is necessary to develop teacher's professionalism of STEAM. In order to have professionalism in STEAM lesson, it is necessary to carry out in-depth research to explore preservice and inservice teachers' professional enactments in STEAM lessons.

In Study I, three preservice science teachers participated in a two-hour workshop on STEAM, and planned and demonstrated STEAM lessons. Then their processes of STEAM lessons were analyzed while focusing on STEAM-PCK and PDC, and difficulties, educational needs, and views on STEAM were also examined. Preservice teachers were found to plan their lessons with emphasizing that STEAM lessons should stimulate students' interest, relate to real-life, and proceed with student-centered activities. In terms of the curriculum, science curriculum and learning goals were considered and reflected. However, the curriculum of convergent subjects was hardly referenced and only collection of some materials was completed. In this regard, they had difficulties in selecting STEAM lesson topics and including appropriate subject elements, and were lacking knowledge related to other related subjects or inquiry process knowledge.

Preservice teachers tried to reflect the learning criteria of STEAM lesson, that is, context presentation, creative design, and emotional touch. However, their STEAM lessons were found to be lacked in understanding of the learning criteria

and concrete methods reflecting them. They also showed less constructivist approach to conceptual understanding, interactions between a teacher and a student or among students, and constructivist evaluation. In the demonstration of STEAM lessons, the preservice teacher who revealed a relatively traditional teaching and learning recognition tried to make students interested and to construct student-centered activities considering the goal of STEAM lesson. In addition, the preservice teacher who was satisfied with his STEAM lesson had a positive recognition that STEAM lessons would be applied well at the school.

In Study II, we analyzed in depth an effect of the various elements of the activity system on inservice science teachers' enactments in STEAM lessons and the interaction between the elements of the activity system in the perspective of the CHAT. The results of the study indicated that they did not consider creative design, and the recognition of the necessity of creative activities was also negative, because of the factors of school environment such as lesson progress or lack of class and students' levels and burdens. The difference between their STEAM lessons was the subject factor related to the teacher's professionalism in STEAM lesson. A, unlike B, was a beginner teacher and not confident in practicing constructivist instruction, but A showed that the mood of fellow teachers and the division of labor for STEAM lesson were positively effected, so that STEAM lesson was practiced without difficulty.

The contradictions resulting from conflicts between elements of the activity system also appeared in the student guidance in the case of A, and in the preparation of the lessons in the case of B. They exhibited difficulties due to contradictions, showed demands for more necessary parts, and tried to solve the contradiction and continue STEAM lessons. They were able to work actively to resolve the contradictions because they thought that STEAM lessons influenced positively on students. In other words, class attitude corresponding to community element or teacher evaluation corresponding to rule element had a great influence on recognizing that the teacher was successful in STEAM.

Based on the results of Studies I and II, we proposed providing specific information about STEAM lesson, providing success experience or satisfaction in the enactment of STEAM lesson, formation of cooperative teacher community for STEAM, and various institutional support, as ways to help preservice and inservice teachers' enactments in STEAM lessons.

Key words: STEAM, teacher's professionalism, preservice science teacher, inservice science teacher, STEAM-PCK, PDC, CHAT  
student number: 2008-30432